

PROGRAMAS ASIGNATURAS ELECTIVAS

ÍNDICE

Departamento de Tecnología y Diseño

Semestre	Código	Asignatura	Area	Página
	IMT901	Análisis Experimental de Esfuerzos	Diseño	3
	IMT902	Máquinas de Elevación y Transporte	Diseño	4
	IMT903	Diseño por Computadora	Diseño	5-6
	IMT904	Simulación de Sistemas Mecánicos	Diseño	7
	IMT905	Mecánica de Robots	Diseño	8
	IMT906	Síntesis de Mecanismos	Diseño	9
	IMT907	Vibraciones	Diseño	10
	IMT908	Principios de Mecánica de la Fractura	Diseño	11
	IMT909	Teoría de la Lubricación	Diseño	12-13
	IMT910	Ingeniería del Automóvil	Diseño	14-15
	IMT911	Aplicación de la Teoría de la Plasticidad	Manufactura	16
	IMT912	Tiempos y Costos del Conformado de Materiales	Manufactura	17
	IMT913	Soldadura, Tipos, Aplicaciones y Cálculos	Manufactura	18
	IMT914	Control Numérico Computarizado CNC	Manufactura	19
	IMT915	Ergonomía I	Manufactura	20
	IMT916	Gestión de Calidad ISO 9000-2000 e ISO 14000	Manufactura	21
	IMT917	Metrología Dimensional	Manufactura	22
	IMT918	Control Numérico Computarizado CNC para Fresado y Centros de Mecanizado	Manufactura	23-24
	IMT919	Materiales Compuestos	Materiales	25-26
	IMT920	Introducción a la Pulvimetalurgia	Materiales	27
	IMT921	El Aluminio y sus Aleaciones	Materiales	28-29
	IMT922	Fundición Básica	Materiales	30-31
	IMT923	Fundamentos del Análisis y Prevención de Fallas	Materiales	32
	IMT924	Propiedades y Ensayos Mecánicos	Materiales	33-34
	IMT925	Tratamientos Térmicos	Materiales	35
	IMT926	Metodología de la Investigación	Gerencia	36
	IMT927	Mantenimiento Industrial	Gerencia	37
	IMT928	Vibraciones Mecánicas	Gerencia	38
	IMT929	Creación de empresas	Gerencia	39
	IMT930	Mercadeo para Ingenieros	Gerencia	40
	IMT931	Introducción a la Calidad Total	Gerencia	41
	IMT932	Estadísticas para la Calidad Total	Gerencia	42
	IMT933	Introducción a la Legislación	Gerencia	43
	IMT934	Producción III	Gerencia	44



Semestre	Código	Asignatura	Area	Página
9	IMT935	Relaciones Industriales	Gerencia	45-46
	IMT936	Modelos Cuantitativos para la Producción y las Operaciones	Gerencia	47
	IMT937	Fundamentos de Ingeniería Clínica	Gerencia	48
	IMT938	Microestructura y Desgaste de Materiales	Materiales	49

Departamento de Ciencias Térmicas

Semestre	Código	Asignatura	Area	Página
9	IMC901	Plantas de vapor	Termodinámica	50
	IMC902	Motores Diesel	Termodinámica	51-53
	IMC903	Fundamentos de Combustión	Termodinámica	54-55
	IMC904	Tecnología Energética	Termodinámica	56
	IMC905	Bombas	Fluidos	57
	IMC906	Ventilación	Fluidos	58
	IMC907	Compresores	Fluidos	59
	IMC908	Turbinas hidráulicas	Fluidos	60
	IMC909	Turbinas de Gas	Fluidos	61
	IMC910	Introducción a la Producción de Crudo y Gas	Fluidos	62
	IMC911	Instalaciones Térmicas	Transferencia de Calor	63
	IMC912	Sistemas Térmicos	Transferencia de Calor	64
	IMC913	Aire Acondicionado	Transferencia de Calor	65-66
	IMC914	Refrigeración	Transferencia de Calor	67-68
	IMC915	Oleohidraulica	Instrument. y Control	69-70
	IMC916	Neumática	Instrument. y Control	71-72
	IMC917	Instrumentación avanzada	Instrument. y Control	73-74
	IMC918	Control avanzado	Instrument. y Control	75

Asignatura: ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE ESFUERZOS
Prelaciones: MECANICA DE MATERIALES II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT901
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Despertar en el estudiante, el interés por aplicar las teorías que gobiernan las relaciones existentes entre los diferentes materiales disponibles y su respectivo comportamiento, cuando los elementos de máquinas construidos con los mismos son sometidos a efectos de cargas externas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción a la Elasticidad: Introducción. Breve repaso acerca de: Equilibrio de fuerzas, Fuerzas superficiales y máscas, Homogeneidad, Isotropía y Anisotropía, Esfuerzo, Ecuaciones de Equilibrio, Esfuerzos principales, Análisis de deformaciones, Ecuaciones de compatibilidad, Relaciones entre esfuerzo y deformación. El problema matemático de elasticidad: Esfuerzo plano; Deformación plana. Función de Aire: Aplicaciones de la Función de Aire y mediante coordenadas rectangulares y polares. Ejercicios prácticos.

TEMA 2: Medición de Deformaciones: Introducción. Determinación experimental de deformaciones. Características generales de los extensómetros. Tipos de extensómetros: Extensómetros mecánicos, Ventajas y desventajas de su uso; Extensómetros ópticos, Ventajas de su uso; Extensómetros neumáticos; Extensómetros eléctricos. Método de Moaré: Ventajas y desventajas. Método de las cuadrículas: Ventajas y desventajas del

TEMA 3: Extensómetros de Resistencia Eléctrica: Introducción. Características de los extensómetros de resistencia eléctrica: Factores que influyen la selección de los extensómetros. Consideraciones para la colocación. Factores que producen sensibilidad a la deformación en aleaciones metálicas. Sensibilidad y factor de calibración. Efectos de la deformación transversal. Efectos térmicos en los extensómetros de resistencia eléctrica. Situaciones especiales que se presentan con extensómetros de resistencia eléctrica. Aplicaciones de extensómetros de resistencia eléctrica (Celdas de carga, Celdas para torque, Celdas para medir presión).

TEMA 4: Análisis de Rosetas: Introducción. Aplicaciones extensométricas de uno, dos, tres y cuatro elementos: La roseta rectangular de tres elementos. Roseta delta de tres elementos. Roseta rectangular de cuatro elementos. Roseta T delta de cuatro elementos. Ejercicios prácticos.

TEMA 5: Circuitos e Instrumentos de Registro: Introducción. Medidores de deformación: Sensibilidad requerida. Puente de Wheatstone. Puente balanceado. Puente desbalanceado. Puente de balance nulo. Factores que influyen la selección de un registrador dinámico. Potenciómetros. Circuito potenciométrico de Voltaje constante. Rango del potenciómetro de voltaje constante. Circuito de potenciómetro de corriente constante. Osciloscopio. Oscilógrafo. Telemetría.

TEMA 6: Teoría de Fotoelasticidad: Introducción. Breve análisis acerca de polarización de la luz: Velocidad de propagación. Longitud de onda. Binefeigencia. Tipos de polariscopios (plano, circular y de reflexión). Espectro fotoelástico. Líneas isocromáticas. Líneas isoclinas. Relación elastico-óptica. Multiplicación de franjas mediante el empleo de espejos parciales. Afinamiento de franjas empleando espejos parciales. Determinación de órdenes de franja fraccionales: Rotación del analizador. Compensación. Aplicaciones en el laboratorio.

TEMA 7: Materiales y Técnicas Fotoelásticas: Materiales fotoelásticos: Paso de modelo a prototipo. Métodos de calibración de materiales fotoelásticos. Fotoelasticidad tridimensional. Consideraciones finales del método foto elástico.

TEMA 8: Recubrimientos Frágiles: Introducción. Aplicación de barniz frágil: Tipos de barnices. Relación carga-tiempo. Esfuerzo y fractura en el recubrimiento frágil. El método de recubrimiento frágil como complemento de otros métodos. Ventajas y desventajas del método. Aplicaciones prácticas.

Asignatura: MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE
Prelaciones: TEORIA DE MAQUINAS Y MECANISMOS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT902
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Al culminar el curso el estudiante debe estar en capacidad de: 1) Identificar, determinar y analizar el conjunto de factores que intervienen en la selección de determinado sistema o máquina para movimiento de materiales, y 2) Utilizar y aplicar la teoría de cinemática y dinámica de maquinaria junto a los conceptos básicos de la carrera, para el adecuado dimensionamiento y funcionamiento de un sistema de transporte o de movimiento de materiales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Consideraciones iniciales: El problema general del diseño. Manejo de materiales (elevación, arrastre, tracción, empuje, conducción, transporte, etc.). Los factores que intervienen en la escogencia del mecanismo o equipo o sistema.

TEMA 2: Cadenas y Cables: Cadenas de eslabones de hierro redondo, cadenas articulares, cadenas de rodillos. Cables de acero: control, sujecciones, cálculo y selección. Cuerdas y tensores estacionarios. Ruedas y tambores para cadenas. Poleas y tambores para cable. Ejes flexibles.

TEMA 3: Transmisiones por cable: Fundamentos acerca de los mecanismos de elevación y transporte mediante cable. Poleas fijas y locas. Aparejos con poleas, cabrias, polipastos y cabrestantes: Disposición, cálculo y rendimiento.

TEMA 4: Ganchos, Cubos, Cucharas y otros: Ganchos cerrados y abiertos: distribución de esfuerzos. Dispositivos de suspensión de ganchos. Cubos. Tenazas. Prensas. Cucharas: automáticas, hidráulicas y otras. Cangilones. Carriles y Ruedas portantes. Vagones industriales. Electroimanes de suspensión.

TEMA 5: Aparejos dentados, Trinquetes y Gatos: Aparejos de Tornillo Sinfín y de engranajes. Aparejos diferenciales. Aparejos eléctricos. Trinquetes de uña y trinquetes de fricción. Gatos de cremallera, Gatos de tornillo y Gatos hidráulico-mecánicos.

TEMA 6: Grúas, montacargas, elevadores y afines

Grúas correderas, de puente, de pórtico, de pared, de cable, giratorias y otras. Montacargas fijos y motorizados. Malacates. Monorraíles. Cablevías, Funiculares, Teleféricos y Tranvías aéreos. Elevadores. Palas mecánicas, dragas, excavadoras y otras máquinas de carga de materiales.

TEMA 7: Máquinas para transporte y movimiento continuo

Transportadoras de cadena y sus diferentes aditamentos. Otros tipos de transportadoras (de banda o correa, de rodillos, de cangilones, etc.). Escaleras mecánicas. Transportadores elevados. Transportadores conductores y no conductores. Básculas automáticas.

TEMA 8: Diseño de transmisiones por banda y por cadena de rodillos

Transmisiones de banda plana, redonda, trapezoidal. Banda de sincronización. Cálculo de velocidades, fuerzas, pares de torsión y potencias transmitidas. Factor de seguridad. Cálculo de Transmisiones por cadena de rodillos.

Asignatura: DISEÑO POR COMPUTADORA **Código:** IMT903
Prelaciones: TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS, MECÁNICA DE **Período:** NOVENO
MATERIALES II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

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

OBJETIVOS GENERALES

Conocer la filosofía del diseño mecánico asistido por computador y los fundamentos básicos de los programas que se emplean para realizar geometrías complejas en tres dimensiones y la integración de estos programas con otros que realizan simulaciones de movimiento, y análisis de tensiones y deformaciones por elementos finitos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. MODELADO DE GEOMETRÍAS

TEMA 1. Generalidades: Introducción: El proceso de diseño; Evolución histórica del diseño asistido por computador. Hardware y periféricos específicos para el diseño asistido por computadora. Software: Sistemas operativos.

TEMA 2. Modelado Geométrico en 3D: Introducción. Tipos de programas de modelado geométrico. Tipos de modelado geométrico: Estructura alambicada; Superficie; Sólidos. El espacio de diseño tridimensional. La visualización. Métodos de modelado: Primitivas básicas; sólidos por extrusión; Sólidos por revolución; Operadores booleanos; Sólidos paramétricos. Modelado de geometrías complejas. Modelado geométrico de sistemas mecánicos multicuerpo. Generación de planos de conjunto y despiece. Tipos de archivos de intercambio. Asignación de materiales

UNIDAD II. SIMULACIÓN DE MOVIMIENTO DE SISTEMAS MECÁNICOS

TEMA 3: Introducción: Simulación dinámica de sistemas mecánicos multicuerpo: Análisis y simulación cinemática; Análisis y simulación dinámica; La simulación dinámica y el proceso de diseño CAE; Evolución histórica de la simulación dinámica; Etapas del proceso de simulación dinámica.

TEMA 4. Cinemática de Sistemas Multicuerpo: Cinemática de sistemas multicuerpo: Análisis cinemático; Uniones o pares en cinemática plana; Uniones y pares en cinemática espacial; Criterio de movilidad; Transformación de coordenadas; Punto fijo en un cuerpo rígido; Configuraciones singulares; Punto móvil en un cuerpo rígido. Cinemática plana en sistemas con restricciones: Restricciones cinemáticas; Coordenadas absolutas; Restricciones de accionamiento; Restricciones de unión.

TEMA 5: Dinámica de Sistemas Multicuerpo: Formulación de las ecuaciones dinámicas del movimiento: Principio de D'Alembert; Formulación Completa; Formulación Intermedia. Formulación Compacta; Formulación Aumentada. Otros principios de la dinámica: Principio de los trabajos virtuales, Ecuación de Lagrange; Fuerzas conservativas y no conservativas.

TEMA 6: Simulación de Movimientos de Sistemas Mecánicos: Introducción a programas comerciales de simulación de sistemas mecánicos. Programas para la simulación dinámica de mecanismos en 2D y 3D. Generación de geometrías. Importación de geometrías desde programas de modelado de geometrías. Ensamblaje de sistemas mecánicos. Restricciones. Obtención de resultados para todo el ciclo de movimiento. Análisis de resultados. Errores. Interacción con programas de modelado de geometrías.

UNIDAD III. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS ASISTIDO POR COMPUTADORA

TEMA 7: Introducción: Perspectiva histórica del diseño de elementos de máquinas asistido por computador. Análisis de esfuerzos y deformaciones empleando el método de los elementos finitos (MEF).

TEMA 8: El Método de los Elementos Finitos: Introducción al MEF. Matriz de rigidez. Ensamblaje de una matriz de rigidez global. Análisis lineales estáticos.

TEMA 9: El Método de los Elementos Finitos en Diseño Mecánico: Introducción a los programas comerciales



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA - VENEZUELA

PENSUM II

de MEF para diseño de elementos de máquinas. Generación de geometrías. Importación de geometrías desde programas de modelado de geometrías. Imposición de: estados de carga y condiciones de contorno. Generación de malla. Solución utilizando el MEF. Postprocesamiento y análisis de resultados asociados a desplazamientos, esfuerzos y deformaciones.

Asignatura: SIMULACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS
Prelaciones: TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT904
Período: NOVENO

	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	-	-	4	
Horas / semestre	72	-	-	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar la asignatura el estudiante debe estar en capacidad de simular el comportamiento cinemático y dinámico de sistemas multicuerpo simples, empleando novedosas técnicas provenientes de la investigación desarrollada en este campo, así como diversos programas comerciales creados para tal fin.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción: Simulación dinámica de sistemas mecánicos multicuerpo: Análisis y simulación cinemática; Análisis y simulación dinámica; La simulación dinámica y el proceso de diseño CAE; Evolución histórica de la simulación dinámica; Etapas del proceso de simulación dinámica.

TEMA 2: Cinemática de Sistemas Multicuerpo: Cinemática de sistemas multicuerpo: Análisis cinemático; Uniones o pares en cinemática plana; Uniones y pares en cinemática espacial; Criterio de movilidad; Transformación de coordenadas; Punto fijo en un cuerpo rígido; Configuraciones singulares; Punto móvil en un cuerpo rígido. Cinemática plana en sistemas con restricciones: Restricciones cinemáticas; Coordenadas absolutas; Restricciones de accionamiento; Restricciones de unión.

TEMA 3: Métodos Computacionales en Cinemática: Tipos de conducción de los sistemas. Análisis de posición: El método de Newton Raphson. Análisis de velocidades y aceleraciones. Formulación computacional de las restricciones de los pares: Algoritmo computacional; Mejora al método de Newton Raphson.

TEMA 4: Dinámica de Sistemas Multicuerpo: Formulación de las ecuaciones dinámicas del movimiento: Principio de D' Alembert; Formulación Completa; Formulación Intermedia. Formulación Compacta; Formulación Aumentada. Desplazamientos y trabajos virtuales: Desplazamientos virtuales; Desplazamiento virtual de un sólido no restringido; Partición de coordenadas; Matriz jacobiana de restricciones; Coordenadas absolutas; Trabajos virtuales; Fuerzas generalizadas; Transformación de coordenadas; Elementos de fuerza; Fuerza de restricción. Principio de los trabajos virtuales: Equilibrio estático; Sistema equivalente de fuerzas; Cuerpo rígido; Sistema Mecánico, Ecuaciones de equilibrio. Equilibrio dinámico; Cuerpo rígido; Sistema mecánico y ecuaciones de la dinámica. Otros principios de la dinámica: Ecuación de Lagrange; Ecuación de Gibbs-Appell; Fuerzas conservativas y no conservativas; Ecuaciones canónicas de Hamilton.

TEMA 5: Métodos Computacionales en Dinámica

Formulación completa: Matriz de masas; Fuerzas de inercia centrífugas; Sistema de coordenadas centroidal; Ecuaciones del movimiento para un cuerpo rígido. Formulación compacta: Matriz de masas; Fuerzas de inercia centrífugas; Sistema de coordenadas centroidal; Ecuaciones del movimiento para un cuerpo rígido.

Asignatura: MECÁNICA DE ROBOTS
Prelaciones: TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT905
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

La finalizar el curso los estudiantes deben estar en capacidad hallar el modelo matemático que gobierna el comportamiento cinemático y/o dinámico de los brazos robots que se emplean comúnmente en la industria, y emplearlo para resolver los problemas cinemáticos y/o dinámicos directo e inverso.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción: Perspectiva histórica. Componentes de un robot. Especificaciones de un robot. Clasificación de los robots: por el sistema de coordenadas; por el sistema de control. Aplicación de los robots: soldadura, pintura, maquinado, mantenimiento, montaje, inspección. Los robots en la industria. Notación.

TEMA 2: Cinemática de robots: Posición: Posición y orientación de un sólido rígido en el espacio: Sistemas coordenados; Matrices de rotación; Composición de rotaciones; Transformación homogénea. Modelado cinemático del brazo robot: esla-bones; articulaciones; cadenas cinemáticas abiertas; notación Denavit-Hartenberg; solución de Pieper. Problema cinemático directo: resolución del problema cinemático directo para un robot PUMA 560. Problema cinemático inverso: resolución del problema cinemático inverso para un robot PUMA 560.

TEMA 3: Cinemática de robots: Movimiento: Modelado cinemático del movimiento instantáneo: Relaciones diferenciales; Jacobiano del manipulador, determinación del jacobiano de un robot PUMA 560. Problema cinemático inverso: configuraciones singulares. Manipulabilidad y redundancia. Optimización.

TEMA 4: Estática de robots: Análisis estático: Equilibrio, acciones equivalentes en las articulaciones. Dualidad.

TEMA 5: Modelado dinámico de sistemas mecánicos: Aceleración de un cuerpo rígido. Distribución de masa. Ecuación de Newton. Ecuación de Euler. Principio de D'Alembert. Formulación de Newton-Euler de las ecuaciones de movimiento. Formulación de Lagrange-Euler de las ecuaciones de movimiento: La ecuación de Lagrange, Energía Cinética, Energía Potencial. Otros Principios de la Dinámica. Las ecuaciones de Kane, Las ecuaciones de Gibbs-Appell, comparación entre las diversas formulaciones.

TEMA 6: Dinámica de robots: El problema dinámico inverso. El problema dinámico directo. Identificación de parámetros. Inclusión de la flexibilidad de las barras. Linealización de las ecuaciones de la dinámica. Consideraciones computacionales.

TEMA 7: Generación de trayectorias: Consideraciones Generales. Procedimientos basados en el espacio de articulaciones. Procedimientos basados en el espacio cartesiano: Problemas geométricos en trayectorias cartesianas. Generación de trayectorias en tiempo real. Planificación de trayectorias usando el modelo dinámico. Planificación de trayectorias sin colisiones.

Asignatura: SÍNTESIS DE MECANISMOS **Código:** IMT906
Prelaciones: MECÁNICA RACIONAL 20, MÉTODOS NUMÉRICOS **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

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

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar la asignatura el estudiante debe conocer los conceptos de la Síntesis Cinemática y estar en capacidad de aplicarlos en el modelado y el diseño de máquinas. Interpretar la síntesis cinemática para todo el ciclo de cualquier sistema mecánico, con el fin de incorporar posibles modificaciones en su diseño, tales que produzcan un funcionamiento dado. Diseñar mecanismos planos con la ayuda de programas computacionales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción a la síntesis dimensional: Clasificación de los problemas de síntesis dimensional. Generadores de función, de trayectoria y de movimiento. Puntos de precisión. Síntesis de varias posiciones.

TEMA 2: Síntesis gráfica de mecanismos: Obtención gráfica de generadores de función, de trayectoria y de movimiento. Síntesis dimensional de 2 posiciones. Síntesis de 3 posiciones con pivotes móviles y fijos. Problemas de punto muerto. Síntesis para más de 3 posiciones. Síntesis de mecanismos de retorno rápido. Ejercicios.

TEMA 3: Curvas del acoplador y mecanismos cognados: Crúnodas, cúspides y curvas típicas de acopladores (bielas). Mecanismos cognados y teorema de Roberts-Chevishev. Generadores de movimiento paralelo. Mecanismos de línea recta. Diseño óptimo de mecanismos RRRR de línea recta. Mecanismos con detenciones. Ejercicios.

TEMA 4: Diseño gráfico de mecanismos de levas: Introducción: Clasificación y terminología. Curvas Base: Concepto de curvas base; Curva base línea recta; Curva base línea recta modificada; Curva base armónica; Curva base parabólica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Diseño de levas con seguidor de movimiento alternativo de cara plana o rodillo; Angulo de presión. Diseño de levas con seguidores rotacionales. Tamaño óptimo de leva. Factor de leva. Ejercicios de cada tipo.

TEMA 5: Síntesis analítica de mecanismos: Síntesis dimensional de n posiciones. Síntesis analítica utilizando álgebra compleja. Síntesis para 4 posiciones: Método de Bloch y método de Freudenstein. Error mecánico: enfoques determinístico y estocástico. Comparación de síntesis analítica y gráfica para 2 y 3 posiciones. Ejercicios.

TEMA 6: Síntesis analítica de levas: Introducción. Ecuaciones que definen las Curvas Base: Curva base línea recta; Curva base armónica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Aplicaciones de alta velocidad. Seguidor traslacional de cara plana y de rodillo. Seguidor rotacional de cara plana y de rodillo. Ejercicios.

Asignatura: VIBRACIONES
Prelaciones: MECANICA RACIONAL 20
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT907
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Se realiza un estudio acerca del análisis modal en sistemas mecánicos utilizando para ello herramientas matemáticas y computacionales. Se analizan sistemas mecánicos de varios grados de libertad, barras y se hace una introducción a la dinámica de motores.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Análisis Modal de Sistemas de Un Grado de Libertad: Ecuaciones de movimiento para sistemas discretos: Introducción al estudio de las vibraciones. Sistemas de un grado de libertad: Vibración libre; Respuesta a situaciones básicas.

TEMA 2: Análisis Modal de Sistemas de Varios Grados de Libertad: El problema de autovalores de sistemas no amortiguados: Frecuencias y modos naturales; Ortogonalidad y normalización; Modos de cuerpo rígido; Implementación computacional. Ecuaciones modales: Coordenadas modales; Respuesta forzada y amortiguamiento modal; Respuesta armónica en estado estable.

TEMA 3: Excitación Armónica de Sistemas de Varios Grados de Libertad: Función de transferencia en el dominio frecuencial. Sistemas amortiguados: Técnicas de amortiguamiento. Técnicas FFT.

TEMA 4: Vibración en Barras Elásticas: El método de Ritz. El método de Raleigh. Ecuaciones de Movimiento: Estudio de autovalores. Análisis modal: Ortogonalidad de las funciones modales; Respuesta modal; Vibración libre; Respuesta de la función impulso. Convergencia y propiedades del método de Raleigh. Método de Ritz para sistemas discretos.

TEMA 5: Estudios en Barras Vibratorias: Derivación de las ecuaciones de movimiento. Estudio de vibraciones en barras sometidas a torsión o flexión. Simetría y funciones modales. Análisis de la respuesta modal. Teoría de la viga de Timoshenko: Modelo matemático; Análisis modal. Análisis de la vibración en barras aplicando el método de los elementos finitos.

TEMA 6: Introducción a la Dinámica de Rotores: Modelo matemático de un rotor dinámico. Efectos del amortiguamiento interno y externo. Cojinetes flexibles ortotrópicos. Efectos giroscópicos. Disco flexible ortotrópico.

Asignatura: PRINCIPIOS DE MECANICA DE FRACTURA **Código:** IMT908
Prelaciones: MECANICA DE MATERIALES II, MATERIALES PARA INGENIERIA **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

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

OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos en que se fundamenta la mecánica de la fractura, logrando con esto capacitarse para realizar un diseño mecánico integral, en el que pueda resolver satisfactoriamente problemas asociados con el desarrollo de grietas en servicio de componentes mecánicos y/o estructurales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Fractura de componentes estructurales y mecánicos: Introducción: reseña sobre la fractura y sus consecuencias, importancia de su prevención. Definición de fractura. Tipos básicos de fractura: frágil y dúctil. Diseño mecánico clásico: material continuo, variables del diseño, esfuerzo máximo permisible o de diseño, criterio de diseño. Diseño contra fractura: presencia de grietas o defectos y sus consecuencias, integridad estructural, análisis de integridad y mecánica de fractura, resistencia residual y vida residual.

TEMA 2. Conceptos básicos de mecánica de fractura: Definición de mecánica de fractura. Categorías de fractura: lineal elástica, elastoplástica, colapso plástico. Fractura en función del tiempo: estática y retardada o propagación de grietas. Variables en mecánica de fractura. Factor de intensidad de esfuerzos (K). Tenacidad de fractura (K_c). Criterio de fractura: tamaño crítico de grieta, diagrama de resistencia residual.

TEMA 3. Fractura lineal elástica: El criterio de Griffith. El factor de intensidad de esfuerzos (K): modos de fractura, modelo de Irwin, principio de similitud. Determinación del factor de intensidad de esfuerzos. Formación de zona plástica. El criterio de energía y la tenacidad de fractura (K_c). La curva R. Esfuerzo plano y deformación plana, evaluación de K_c. Limitaciones de la MFLE.

TEMA 4. Fractura elastoplástica: Fractura elastoplástica, comportamiento no lineal. La integral de contorno J y el análisis de fractura: curva J-R, J crítico (J_c), evaluación de J_c. Limitaciones de J. Desplazamiento de abertura de grietas. El criterio de Dugdale. Curva de evaluación de falla (K_r vs S_r). Mecánica de fractura dependiente del tiempo.

TEMA 5. Resistencia a la fractura: Resistencia residual. Selección de materiales: factores influyentes, criterios básicos y diagramas de selección. Análisis de fallas por mecánica de fractura. Reforzamiento de estructuras agrietadas. Condición de fuga antes de la falla.

TEMA 6. Fatiga: Definición. Propagación de grietas: etapas, ciclos de cargas, rapidez de crecimiento, ecuación de Paris. Análisis clásico (curvas S-N) vs mecánica de fractura. Cierre de grietas: fenómeno, observación gráfica, mecanismos, factores influyentes. Agrietamiento por corrosión y esfuerzos. Grietas por termofluencia. Grietas inducidas por hidrógeno.

TEMA 7. Predicción de vida y análisis de integridad: Definición. Predicción de vida en componentes: vida útil y vida residual, condiciones de servicio y resistencia del material, vida económica. Deterioro de componentes: tipos y consecuencias, evaluación en el tiempo. Formas de daño y sus efectos. Sistema de predicción de vida: fundamentos, estructuración y características. Integridad estructural: definición, mantenimiento predictivo.

TEMA 8. Modelos constitutivos para fractura: Clasificación general de modelos. Modelos basados en Mecánica de Fractura Lineal. Modelización de un material mediante Mecánica de Fractura.

TEMA 9. Introducción a los elementos finitos en mecánica de la fractura: Elementos Finitos no singulares. Cálculo del factor de intensidad de esfuerzos. Estrategia de propagación de fisura.

Asignatura: TEORIA DE LA LUBRICACIÓN
Prelaciones: ELEMENTOS DE MAQUINAS I Y II.
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT909
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de este curso es conocer la importancia de la lubricación, considerar a ésta como una parte tan vital de la máquina como cualquiera de sus órganos activos. Entender el problema tribológico, su alcance e implicaciones en los diferentes elementos de máquinas que requieren lubricación y darle su lubricación adecuada. Que el estudiante adquiera habilidad en las técnicas sobre: Lubricación de equipos y de elementos fundamentales, el estudio de los diferentes tipos de lubricantes y sus principios básicos, Lubricantes, Fluidos para mandos hidráulicos y en el trabajo de los metales, y selección y uso de los diferentes tipos de sellos y empaques, en diversidad de condiciones de trabajo.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Lubricantes: Introducción. Definiciones. Crudo e hidrocarburos. Proceso de Fabricación de aceites lubricantes. Bases lubricantes. Propiedades de los lubricantes. Propiedades de los Aceites. Propiedades de las grasas. Los lubricantes y su clasificación. Aditivos y su clasificación. Grasas lubricantes. Ensayos de laboratorio para grasas. Ensayos de laboratorio para aceites. Ensayos practicables por el usuario. Análisis de aceites usados. Muestreo de aceites nuevos y usados. Desarrollo de un aceite lubricante. Regeneración de aceites. Lubricantes nacionales.

TEMA 2. Principios básicos de la lubricación: Introducción. Reseña histórica de la lubricación. Concepto de Tribología. Algunos términos empleados en la Lubricación. Estudio sobre fricción y sus tipos. Estudio sobre desgaste y sus tipos. La lubricación y su importancia: Objetivos de la lubricación. Estudio técnico de la lubricación: Influencia del estado de las superficies metálicas en relación con los fenómenos de fricción, desgaste y la lubricación. Estudios de los distintos regímenes de lubricación: Hidrodinámica, Hidrostática, Untuosa Límite o extrema presión y a base de lubricantes sólidos.

TEMA 3. Lubricación de elementos fundamentales: Cojinetes de deslizamiento: Consideraciones para el diseño: parámetros de diseño comúnmente utilizados. Materiales. Tipos de Cojinetes. Nomenclatura para cojinetes. Consideraciones de diseño. Diagramas de viscosidad. Lubricación. Alineación y montaje. Métodos de distribución del lubricante. Métodos de recolección. Sellado. Tipos de averías en cojinetes de deslizamiento. Método gráfico simplificado para el cálculo de cojinetes. Rodamientos: Tipos. Materiales. Lubricantes y Lubricación. Montaje y mantenimiento. Causas de fallas. Engranajes: Funciones de los engranajes. Tipos de engranajes. Geometría de los engranajes. Variables de diseño. Materiales. Lubricación. Pruebas del Lubricante. Fallas. Selección del lubricante. Cadenas: Tipos. Relación desgaste – lubricación y mantenimiento. Condiciones de carga y velocidad. Cables: Construcción. Importancia del núcleo. Prelubricación en servicio. Fallas. Lubricantes. Mantenimiento. Otros elementos mecánicos: dar los conocimientos fundamentales relacionados con la lubricación.

TEMA 4. Sistemas de lubricación: Introducción. Clasificación de los sistemas de lubricación: Sistemas de lubricación con aceite y Sistemas de lubricación con grasa. Características de funcionamiento de los sistemas de lubricación: Sistemas de lubricación con aceite y sistemas de lubricación con grasa. Componentes de los sistemas centralizados. Factores a considerar para seleccionar un sistema de lubricación. Aplicación y uso de los sistemas de lubricación. ¿Cuándo lubricar con grasa?. Mantenimiento preventivo de los sistemas de lubricación. Filtros – tipos. Dispositivos de supervisión y alarma.

TEMA 5. Equipos hidráulicos y su lubricación: Introducción. Tipos de fluidos. Características necesarias. Partes integrales de los sistemas hidráulicos: la bomba, el motor hidráulico y equipo de accesorios. Selección del aceite adecuado según el tipo de bomba y características de trabajo del circuito. Aceites difícilmente inflamables para accionamientos hidráulicos. Cuidado de los sistemas hidráulicos. Fluidos para transmisiones automáticas y convertidores de par. Características del fluido ideal. Averías en los mandos hidráulicos y corrección de



anormalidades en los sistemas.

TEMA 6. Lubricación en el trabajo de metales – aceites de corte: Introducción. Fluidos para trabajos de metales: Brochados y Escariados, Torno, Rectificado, etc. Funciones del fluido y recomendaciones. Ensayos de laboratorio especiales para aceites de corte.

TEMA 7. Sellos y empaques: Introducción. Conceptos. Materiales y sus aplicaciones. Tipos. Condiciones estáticas y dinámicas. Aplicaciones.

TEMA 8. Lubricación de equipos: Introducción. Motores de combustión interna. Compresores y bombas de vacío. Compresores frigoríficos. Máquinas de vapor. Turbinas hidráulicas. Máquinas herramientas. Turbinas de vapor y gas, etc.

TEMA 9. Seminario: Algunos de los tópicos nombrados a continuación, y otros no mencionados; serán seleccionados por grupos de estudiantes para ser preparados y expuestos en clase: Lubricación en industrias específicas, Transformadores y su lubricación, Fricción y Desgaste, etc.

Asignatura: INGENIERIA DEL AUTOMOVIL
Prelaciones: TEORIA DE MAQUINAS Y MECANISMOS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT910
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Al culminar el curso el estudiante habrá adquirido un conocimiento básico de los sistemas mecánicos e hidráulicos que posee cualquier automóvil, así como de los principales fenómenos dinámicos que se presentan en él. Dicho conocimiento proporciona al estudiante los fundamentos necesarios para emprender estudios de cuarto nivel en el área y para complementar su formación profesional, al permitirle ver integrados un conjunto de sistemas interdependientes.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Resistencias ante el movimiento del automóvil: Resistencia aerodinámica: Análisis y determinación del coeficiente aerodinámico. Factores influyentes. Resistencia a la rodadura. Resistencia ante una pendiente. Potencia necesaria para el movimiento.

TEMA 2: Prestaciones del vehículo: Potencia disponible. Potencia transmitida. Curvas características del vehículo: Máxima velocidad, pendiente tope en cada marcha y máxima aceleración disponible. Arranque del vehículo: Modelo de arranque y tiempo de arranque. Prestaciones del vehículo en curvas: Velocidad de escape, velocidad de levantamiento, deriva.

TEMA 3: Frenado del vehículo y frenos: El frenado en vía recta. Deslizamiento relativo. Fases del frenado. Tiempo de reacción. Coeficiente de adherencia. Esfuerzos llanta-suelo. Elipse de adherencia. Frenos: Clasificación y tipos de frenos. Efecto de servofrenadura. Mecanismos de mando del freno. Transmisión, multiplicación y rendimiento del freno. Fuerza frenante en la periferia de la llanta. Frenos con hidrovac (servoasistidos). Limitaciones térmicas. Materiales de las superficies de fricción. Servofreno. Frenos ABS.

TEMA 4: Las llantas: La cubierta y la banda de rodadura. El neumático. La campana. Datos característicos y clasificación estándar. Esfuerzos verticales, transversales y longitudinales. Características de funcionamiento de las llantas.

TEMA 5: El sistema de suspensión: Estructura e importancia de la suspensión sobre la estabilidad y la comodidad. Resortes y barras de torsión. Amortiguadores hidráulicos y neumáticos. Barras antirollido estabilizadoras. Funcionamiento y características de los diferentes tipos de suspensión. Suspensión con mecanismo de 4 barras. Suspensión de brazos oscilantes. Suspensión de eje rígido y suspensión Mc Phearson.

TEMA 6: El sistema de dirección: Componentes típicos del tren delantero. Ángulos del tren directriz. Estudio cinemático del mecanismo de la dirección. Mecanismos de dirección mecánicamente perfectos. Curvas de error de viraje. Viraje dinámico. Reglaje de la dirección: Camber, caster y convergencia.

TEMA 7: El embrague y el sincronizado: Funcionamiento y necesidad del embrague. Dimensionamiento y clasificación del embrague. Embragues de fricción, automáticos, hidráulicos y de rueda libre. El sincronizado: Engranajes deslizantes. Sincronizador de collarín. Sincronizador de plato y de cono. Sincronizadores positivos. Fuerzas sobre el sincronizador.

TEMA 8: La caja de cambios y el diferencial: Caja de cambios manuales: Cambio con eje auxiliar. Cambio con engranes en cascada. Cambio con engranes epicicloidales. Variomatic. Paralelo entre los tipos de cambios. Transmisiones automáticas: Caja Hidromatic. Convertidor de par y cuerpo de válvulas. El diferencial: Mecanismo básico del diferencial con engranes cónicos espirales. Relación de transmisión. Diferencial autoblocante. Vehículos de doble tracción. El sistema overdrive.

TEMA 9: Estabilidad y chasis: Factores que afectan la Estabilidad direccional. Estabilidad con mandos libres y bloqueados. Margen de estabilidad. Deriva: Punto neutro. Sobreviraje y subviraje. Comportamiento en curvas. Comportamiento de la tracción delantera y la trasera. El Chasis: Clasificación y criterios de diseño. Chasis independiente. Automóviles compactos y chasis integral.



TEMA 10: Sistemas complementarios y de seguridad: Sistemas catalíticos de control de emisiones y de recirculación de gases de escape (EGR). Sistemas de seguridad activos y pasivos. Parachoques con absorbedor de impactos. Bolsas de aire. Cinturones de seguridad. Materiales de las carrocerías.

Asignatura: APLICACIÓN DE LA TEORIA DE PLASTICIDAD
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA III
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT911
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	-	-	4	
Horas / semestre	64	-	-	64	4

OBJETIVOS GENERALES

Al terminar el curso el estudiante estará en capacidad de: familiarizarse con los efectos asociados a la plasticidad de los materiales y la capacidad de utilización de los mismos para la producción de piezas, conocer y diferenciar la aplicación de los materiales, los efectos del desgaste y estudiar, aplicar, evaluar y mejorar situaciones industriales en las cuales se requiera la asesoría para el correcto análisis de las relaciones Materiales, Herramientas y Piezas para producción masiva.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. PROPIEDADES PLASTICAS DE LOS MATERIALES

TEMA 1: Generalidades: Introducción a los procesos de manufactura asociados a deformación plástica de materiales.

TEMA 2: Deformación Plástica, Fluencia y Teoría de Campo de Líneas de Deslizamiento.

Conceptos fundamentales de la Deformación Plástica de los materiales industriales, Análisis de la Curva esfuerzo-deformación para distintos materiales de aplicación industrial. Concepto, Teoría y Práctica sobre el efecto del punto de fluencia, los efectos de temperatura en la deformación unitaria y la razón de esfuerzo (Strain Rate) de deformación en los metales industriales y Concepto fundamental y análisis sobre la Teoría de Campo (Field Theory) presente en los materiales de aplicación industrial.

TEMA 3: Conformado de Productos Planos (Laminación): Procesos de fabricación industrial por laminación de Tubos con Costura y de Láminas en: Frío, Caliente y de Temple, deformación plástica larga hasta el punto de inestabilidad y ruptura, aplicación real, descripción y comportamiento del material, deformación, fricción, esfuerzos, fuerzas en los procesos de laminación del acero.

UNIDAD II. CAUSAS Y EFECTOS EN LOS PROCESOS DE MECANIZADO

TEMA 4: Causas que producen Efectos en el Proceso de Mecanizado Con Arranque de Viruta: Generalidades. Procesos de fabricación industrial con arranque de viruta, fundamento del mecanizado, propiedades de las herramientas y del material, relaciones entre parámetros del proceso de corte y su efecto sobre: el acabado, desgaste y potencia. Selección y aplicación de herramientas de carburo (Cermets) deformación plástica a alta velocidad. Causas y efectos de factores al momento de utilizar un: Material, una Herramienta y una Máquina Herramienta

TEMA 5: Mecanismo del Proceso de Fricción y su Efecto sobre el Desgaste: Teoría y Práctica del proceso de desgaste con arranque de viruta, distintos tipos de desgastes, relaciones entre parámetros del procesos de corte incluyendo la lubricación y su efecto sobre el desgaste asociado al acabado, fuerzas y potencia consumida.

TEMA 6: Tópicos de Actualidad Tecnológica: Aspectos nuevos, novedosos o innovadores que por su naturaleza, aportes e impacto puedan ser incluidos en la asignatura para el fortalecimiento del conocimiento tecnológico de los estudiantes.

Asignatura: TIEMPOS Y COSTOS DEL CONFORMADO DE MATERIALES.

Código: IMT912

Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA II
Tipo: ELECTIVA.

Período: NOVENO

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	-	-	4	
Horas / semestre	72	-	-	72	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 PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS COSTOS DE MANUFACTURACION ARRANQUE DE VIRUTA.

TEMA 1: Generalidades: Acerca de la Asignatura: Área del conocimiento, principios y desarrollo de las distintas tecnologías de producción en serie, aspectos significativos para el Ingeniero desde el punto de vista de tiempos y costos de producción y su importancia a nivel industrial para la toma de decisiones y la solución de problemas, interrelación entre el tiempo y el costo para los procesos de conformado con y sin arranque de viruta, en caliente y frío, selección y distribución de máquinas herramientas en planta, normas de seguridad.

TEMA 2: Conformado con arranque de viruta: Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad Óptima, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Mecanizado, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos.

UNIDAD II. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS COSTOS DE MANUFACTURA SIN ARRANQUE DE VIRUTA.

TEMA 3: Conformado sin arranque de viruta en frío: Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción de la Chapa, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad de Operación de las Máquinas, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Operación, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Manejo del Material y Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos.

TEMA Nº 4: conformado sin arranque de viruta en caliente.

Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción en Fundición y Forja, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad de Operación de las Prensas, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Operación, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Manejo del Material y Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos.

UNIDAD III. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE MECANIZADO EN EL MERCADO NACIONAL.

TEMA 5: Tópicos de actualidad tecnológica: Situación de los procesos tecnológicos evaluados en los temas 1, 2, 3 y 4 y su incidencia en la empresa nacional.

Asignatura: SOLDADURA, TIPOS, APLICACIONES Y CALCULOS
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT913
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	-	-	4	
Horas / semestre	64	-	-	64	4

OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer las particularidades sobre los distintos tipos de soldaduras, normas para la representación gráfica y simbólica de la misma, su importancia en la toma de decisiones a nivel de planta para la construcción de estructuras, sus interrelaciones con otros procesos y su especificaciones, materiales y comportamiento de éstos en los distintos tipos de juntas, conocer costos del proceso. Adquirir los conocimientos básicos sobre distintas técnicas utilizadas en las juntas permanentes, adquirir conocimientos detallados sobre procesos de soldadura más utilizados en la industria, conocer sobre las distintas normas sobre seguridad y protección industrial en procedimiento de soldadura y normas aplicadas por la industria para la certificación de soldadores.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. GENERALIDADES

TEMA 1: Generalidades: Acerca de al Asignatura: Área del conocimiento, principios y desarrollo de las distintas tecnologías de producción de piezas basadas en la Soldadura y sus Aplicaciones, diferencias fundamentales entre la soldadura por fusión Homogénea y Heterogénea, su importancia y aplicación industrial para la producción individual, por lotes y en serie, introducción a las normas de seguridad e importancia del cálculo de estructuras soldadas.

UNIDAD I I. SOLDADURAS Y TIPOS DE JUNTAS

TEMA 2: Soldaduras Con Juntas Homogéneas: Concepto, Características, Distintos Procesos de Soldadura por Junta Homogénea : Thermit, Soplete a Gas, Rayo de Energía, Haz de Electrones, Láser, Arco Eléctrico, Protegida con Fundente, Con Arco Sumergido, Cinta Impregnada, Electro-Escoria., Protegida con Gas, Electro - Gas, Tungsteno-Gas, Hidrógeno Atómico, Metal-Gas, Eléctrico y Plasma, para Espárragos. Inducción, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Ejemplos Prácticos.

TEMA 3: Soldadura con Juntas Heterogéneas: Concepto, Características, Distintos Procesos de Soldadura por Junta Heterogénea: Fuerte con Plata, Latón, Estaño, Deformación Plástica: Resistencia Eléctrica, por Puntos, con Costura, por Proyección, por Recalcado, Tope con Arco, Magnetrac, Forja, Difusión a Presión, Termomagnética, Explosiva, Impacto, Fricción, Ultrasónica. Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Ejemplos

UNIDAD I I I. NORMAS DE SEGURIDAD, CALCULOS Y ACTUALIDAD

TEMA 4: Normas de Seguridad en Operaciones de Soldadura: Características de Riesgos Principales, Consideraciones de seguridad Personal, y del Sitio de Trabajo, Riesgos Operacionales, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, para Protección utilizados en la industria.

TEMA 5: Cálculo de Estructura Soldada: Tipos de Soldadura, de Juntas, Descripción y Aplicación de Electrodo, Descripción de Cordones, Cálculos de juntas Soldadas, Eficiencia de la Junta Soldada, Estimación de Costos, Ejemplos Prácticos.

TEMA 6: Tópicos de Actualidad Tecnológica: Aspectos nuevos, novedosos o innovadores que por su naturaleza, aportes e impacto puedan ser incluidos en la asignatura para el fortalecimiento del conocimiento tecnológico de los estudiantes.

Asignatura: CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC
Prelaciones: PROGRAMACIÓN DIGITAL Y PROCESOS DE MANUFACTURA II

Código: IMT914
Período: NOVENO

Tipo: ELECTIVA.
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

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda escribir, seleccionar y ejecutar programas de CNC usando las normas ISO o la Normas DIN de acuerdo al proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC

TEMA 1. Introducción al CN: Reseña histórica. Concepto de CN. Comparación entre una máquina convencional y una máquina con control numérico. ¿ Que partes de la máquina pueden controlarse con CN?. Secuencia operativa de las máquinas herramientas. ¿ Qué contiene el programa?. Ventajas de la aplicación de las máquinas herramientas con CN.

TEMA 2. Control Numérico Computarizado CNC: Características de las máquinas con CNC. Elementos básicos las máquinas con CNC. Control de los ejes en las máquinas con CNC. Características de los Controles Numéricos. Ventajas frente al CN.

TEMA 3. Conceptos previos a la programación con Control Numérico: Definición del Origen de la máquina. Los Ejes. Definición de los ejes y los movimientos de las máquinas, según la Norma ISO - 841. Los ejes para movimientos rectilíneos. Los ejes utilizados para movimientos de giro. Cálculo para la trayectoria para programar. Corrección o compensación del radio de la herramienta. Datos de las herramientas. Correctores. Origen de la pieza. Decalajes de origen. Coordenadas absolutas y coordenadas relativas o incrementales.

UNIDAD II. PROGRAMACIÓN BASICA CON CNC

TEMA 4. Introducción a la Programación básica con CNC: Introducción.Generalidades. Evolución en el Mercado. Estructura del programa. Nomenclatura. Formato del programa. Programación del número y del corrector de la herramienta. Programación de la velocidad de giro del cabezal o velocidad de corte. Programación de la velocidad de avance. Programación de las informaciones de desplazamientos. Condiciones de desplazamiento o funciones preparatorias G. Funciones auxiliares M
Ejemplos sencillos de programas.

TEMA 5. Programas: Ciclos fijos para un torno. Los programas no funcionan igual en tornos de marcas diversas.Programas útiles con el torno Boxford. Ejemplo de programas con un torno con un CNC SIEMENS SINUMERIK Ejemplo de programas con un torno con un CNC OKUMA u otra marca.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Tornos convencionales y automáticos: Concepto. Historia. Importancia de los tornos convencionales y modernos. Utilización del equipo. Partes más importantes de las máquinas convencionales. Normas de seguridad del laboratorio y los equipos. Funcionamiento demostrativo para los alumnos.

PRÁCTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H): Tipos de máquinas herramientas automáticas que existen. Para que sirven. El torno. Función y uso. Partes del Torno automático. Encendido y apagado de emergencia. Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas. Prácticas elaborando piezas con el torno utilizando programas con el uso del CNC para el torno BOXFORD u otra marca disponible.

PRÁCTICA 3. Fresadora: Introducción y uso. Partes de la fresadora automática. Uso de diferentes Tipos de herramientas según el tipo de Material. El avance en la fresadora. La fijación de las Herramientas de Corte. Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente una fresadora con CNC. Demostración

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

Código: IMT915
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar y diseñar puestos de trabajo, equipos, procesos y líneas de producción de forma más eficiente y segura.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC

TEMA 1: Ergonomía. principios

Historia. Fundamentos generales. Conceptos. Ejemplos de algunas aplicaciones. La ergonomía como herramienta útil al diseño de puestos de trabajo. Clasificación de la ergonomía.

TEMA 2. Diseño de puestos de trabajo

Conceptos fundamentales: La Antropometría como base del estudio dimensional. El sistema Persona- Máquina (P-M). Puestos o actividad de trabajo (PP.TT.). Espacios de actividad. Información antropométrica. Dimensiones antropométricas. Análisis preliminar para diseñar puestos de trabajo. Métodos de medición e instrumentos. Protocolo para efectuar las mediciones con cámara y video. Principio del diseño antropométrico: a) Diseño para el promedio b) Diseño para los extremos c) Diseño para un intervalo ajustable. Ejemplo de diseños con sillas, mesas, puestos de trabajos fijos y flexibles.

Tamaño y selección de la muestra: Cálculo del tamaño de la muestra. Selección de los individuos que compondrán la muestra. Cálculos de los percentiles. Planos de trabajo diversos. Ejemplos.

UNIDAD II. ESFUERZOS, HERRAMIENTAS, MANDOS Y CONTROLES

TEMA 3. Esfuerzos humanos para el trabajo: Mecánica y Biomecánica. Conceptos y terminología. Similitudes y diferencias. Tipos de movimientos de los miembros del cuerpo. Ángulos límites. Ángulos de confort. Ángulos de visión. Ejemplo del cálculo de un levantamiento inclinado. Ejemplo simplificado del rediseño de un puesto de trabajo. Uso de programas informatizados.

TEMA 4. Herramientas manuales y patologías: Generalidades. Consideraciones previas. Herramientas de mano. Principios generales para diseñar o seleccionar una herramienta manual. Sujeción de la herramienta. El mango de las herramientas. Patologías y micro traumatismo repetitivos. Traumatismos más usuales. Cómo evitarlos con el diseño ergonómico.

TEMA 5: Relaciones informativas: La comunicación. Sensación, percepción, representación y acción. Los códigos y los tiempos de reacción. Canales y dispositivos informativos (DI). Dispositivos informativos visuales (DIV) : Alarmas, Indicadores, Contadores, Símbolos Diales y Cuadrantes. Características generales de los DIV. Lenguaje escrito. Selección y ubicación de los DIV. Las pantallas. Los gestos. Dispositivos informativos audibles (DIA): Timbres, campanas, sirenas. El lenguaje hablado. Pruebas de inteligibilidad del habla. Dispositivos informativos táctiles (DIT).

UNIDAD III. FACTORES AMBIENTALES

TEMA 6. Factores ambientales en el diseño del puesto de trabajo: Consideraciones generales. Ambiente térmico. Ambiente acústico y vibraciones. Ambiente lumínico. Recomendaciones visión-iluminación-color. Radiaciones. Contaminantes químicos y biológicos.

Asignatura: GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9000-2000 E ISO-14000.
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT916
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Preparar al estudiante en el desarrollo y aplicación de las normas ISO-9000:2000, así como la implementación de las normas ambientales ISO-14000.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. GESTION DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ISO-9000:2000

TEMA 1. Norma ISO- 9000: Generalidades. Definiciones. Vocabulario ISO-8402. Sistemas de la Calidad Norma Europea. Norma Venezolana COVENIN. Aseguramiento de la Calidad, ventajas de usar Normas ISO-9000. Cláusulas de la norma ISO-9000. Implementación de la Norma ISO-9000.

TEMA 2. Elementos de la Norma ISO 9000.: Políticas de calidad, Organización, Revisión, Plan de Negocios, Sistema de Calidad, Revisión de Contrato, Control de Diseño, Control e Documentos y Datos, Control de Producto Proporcionado por el Cliente, Control de Proceso, Inspección y Pruebas, Capacitación, Servicio, Trazabilidad, Almacenamiento y Empaque y Técnicas Estadísticas.

TEMA 3. Manual de Calidad: Generalidades. Políticas de Calidad para un proceso o producto. Desarrollo de un Manual de Calidad basado en la norma ISO-9001, Aseguramiento de la Calidad, El sistema de Calidad, Trazabilidad y Satisfacción del Cliente, Mejoramiento Continuo.

TEMA 4. Manual de Procedimientos: Generalidades. Importancia del manual de procedimientos. Desarrollo de un Manual de procedimientos, Planes de Calidad, Diagramas de Flujo, Instrucciones, Revisión del Sistema de Calidad, Documentación aplicable.

TEMA 5. Auditorías de Calidad: Generalidades. Importancia de la Auditoría. Auditorías Internas de Calidad, Manejo de Situaciones Conflictivas en la Auditoría, La Entrevista, Instrucciones importantes para la Auditoría, Revisión del Sistema de Calidad basado en la Ética, Documentación aplicable.

UNIDAD II. GESTION DE CALIDAD ISO-14000.

TEMA 6. Norma ISO-14000: Ventajas de aplicación de la norma ISO 14000. Integración de la Norma ISO 14001 con la Iniciativa CARE, Consideraciones Legales para la Implementación de ISO 14000, Requisitos Legales Vigentes. Las Condiciones Ambientales y la Identificación de la Prioridades Legales.

Asignatura: METROLOGIA DIMENSIONAL
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT917
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	1	1	4	
Horas / semestre	36	18	18	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer los métodos de medición y los instrumentos más adecuados para los distintos procesos, bien sean de fabricación o experimentación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Conceptos generales: Definición. Unidades (Longitud y Angulo). Elementos fundamentales de un laboratorio metrológico. Patrones. Trazabilidad. Cadena de calibración. Errores de medición. Precisión. Exactitud. Incertidumbre. Interferometría.

TEMA 2. Bloques patrón (Galgas): Descripción y requerimientos técnicos: dimensiones, geometría, acabado superficial, materiales. Manejo y aplicaciones (accesorios). Calibración: absoluta (interferométricamente), por comparación (comparador). Normas. Protección.

TEMA 3. Instrumentos de medición: Calibres. Cursor (vernier), tornillos micrométricos, indicadores de cuadrante (Reloj comparador). Tipos. Aplicaciones. Calibración. Normas.

TEMA 4. Calibres: Clasificación. Ventajas. Calibres de referencia (master). Calibres libres (PASA/NO-PASA) fijos o ajustables. Construcción y dimensionamiento de calibres, materiales, tolerancias. Control de calibres, instrumentos empleados. Normas. Protección.

TEMA 5. Comparador óptico-microscopio de herramientas: Principio de funcionamiento. Aplicaciones potenciales. Elementos principales. Sistema óptico, amplificación, rendimiento, accesorios, sistema de fijación. Técnicas de medición: por comparación, por movimiento, por traslación. Planillas, tipos, construcción.

TEMA 6. Medición de ángulos: Patrones angulares. Instrumentos utilizados: regla y mesa de senos, nivel de precisión, nivel electrónico, autocolimador, goniómetro, clinómetro, láser, accesorios.

TEMA 7. Medición de plenitud-rectitud-perpendicularidad: Métodos e instrumentos utilizados. Superficie de referencia (mármol), su empleo, control de la plenitud, normas. Reglas y escuadras, tipos, control, normas.

TEMA 8. Medición de roscas: Consideraciones generales. Conceptos básicos del diseño de la rosca. Clases de roscas, ISO, UN, API, etc. Parámetros fundamentales de rosca. Métodos e instrumentos empleados de dichos parámetros: directos, indirectos, ópticos. Calibres de roscas: control, tolerancias, normas.

TEMA 9. Medición de redondez: Concepto de redondez. Irregularidades, características de las formas redondas. Sistemas para la medición de la redondez.

TEMA 10. Medición de la textura superficial-rugosidad: Conceptos generales. Especificaciones de la textura superficial, símbolos, normas. Métodos e instrumentos de medición.

TEMA 11. Medición y verificación de engranajes: Generalidades. Perfil de los dientes, errores. Espesor de un diente, instrumentos de medición. Intervalo entre dientes, medición. Paso y división, verificación. Excentricidad de ruedas dentadas, verificación.

TEMA 12. Maquinas de medición a coordenadas: Tipos. Características constructivas. Aplicaciones. Verificación de errores geométricos: instrumentos y procedimientos utilizados. Autocalibración.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO.

PRÁCTICA 1. Bloques patrón (galgas rectangulares)

PRÁCTICA 2. Instrumentos cursor (vernier)

PRÁCTICA 3 Tornillo micrométrico

PRÁCTICA 4. Reloj comparador

PRÁCTICA 5. Medición de roscas

PRÁCTICA 6. Angulo/nivel/escuadra

Asignatura:	CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC PARA FRESADO Y CENTROS DE MECANIZADO (CNC II)	Código:	IMT918
Prelaciones:	PROGRAMACIÓN DIGITAL Y PROCESOS DE MANUFACTURA II	Período:	NOVENO
Tipo:	ELECTIVA.		
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

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda escribir, seleccionar y ejecutar programas de CNC usando las normas ISO o la Normas DIN de acuerdo al proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC

TEMA 1. Introducción al CN: Reseña histórica. Concepto de CN. Comparación entre una fresadora convencional y una máquina con control numérico. ¿Que partes de la máquina pueden controlarse con CN?. Diversos niveles de automatización: equipos independientes de CN; Centros de Mecanizado (C M); los Sistemas transfer; el Centro CIM. Ejemplos sobre cuando usar los diversos tipos de equipos

TEMA 2. Control Numérico Computarizado CNC: Características de las fresadoras con CNC. Elementos básicos las máquinas con CNC. Control de los ejes en las máquinas con CNC. Características de los Controles Numéricos. Ventajas frente al CN.

TEMA 3. Conceptos previos a la programación con Control Numérico: Definición del Origen de la máquina. Los Ejes. Definición de los ejes y los movimientos de las máquinas, según la Norma ISO - 841. Los ejes para movimientos rectilíneos. Los ejes utilizados para movimientos de giro. Cálculo para la trayectoria para programar. Corrección o compensación del radio de la herramienta. Datos de las herramientas. Correctores. Origen de la pieza. Decalajes de origen Coordenadas absolutas y coordenadas relativas o incrementales.

UNIDAD II. PROGRAMACIÓN BASICA CON CNC

TEMA 4. Introducción a la Programación básica con CNC: Introducción.Generalidades. Evolución en el Mercado. Estructura del programa. Nomenclatura. Formato del programa. Programación del número y del corrector de la herramienta. Programación de la velocidad de giro del cabezal o velocidad de corte. Programación de la velocidad de avance. Programación de las informaciones de desplazamientos. Condiciones de desplazamiento o funciones preparatorias G. Funciones auxiliares M. Ejemplos sencillos de programas.

TEMA 5. Programas: Ciclos fijos para una fresadora. Los programas no funcionan igual en fresadoras de marcas diversas. Programas útiles con una fresadora. Ejemplo de programas con un Centro de Mecanizado

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRACTICA 1. Fresadoras convencionales y automáticas: Concepto. Historia. Importancia de las fresadoras convencionales y modernas. Utilización del equipo. Partes más importantes de las máquinas convencionales. Normas de seguridad del laboratorio y los equipos. Funcionamiento demostrativo para los alumnos.

PRACTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H): Tipos de máquinas herramientas automáticas que existen. Para que sirven. La fresadora. Función y uso. Partes de la fresadora automática. Encendido y apagado de emergencia. Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas. Prácticas de programación elaborando piezas con programas de simulación con el uso del CNC de una fresadora automática.



PRACTICA 3. Fresadora: Introducción y uso. Partes de la fresadora automática. Uso de diferentes Tipos de herramientas según el tipo de Material. El avance en la fresadora. La fijación de las Herramientas de Corte. Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente una fresadora con CNC. Demostración de la fabricación de una pieza con un programa elaborado por el alumno

Asignatura: MATERIALES COMPUESTOS
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERÍA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT919
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante los principios teórico-práctico sobre los Materiales Compuestos y su importancia en el desarrollo tecnológico. Fomentar los conocimientos sobre los materiales Compuestos, el como éstos están elaborados, las relaciones existentes entre los diferentes tipos de matrices y refuerzos, el como estas estructuras se acoplan. Cimentar los conocimientos sobre el efecto matriz-refuerzo, su interacción y comportamiento. Afianzar el aprendizaje sobre las propiedades y comportamientos físicos de éstos; así como su uso, importancia y utilización.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción a los materiales compuestos: Definición. Concepto; Reseña histórica; Propiedades generales de los compuestos; Aplicaciones y criterios de uso en la industria: automotriz, aeronáutica, médica, electrónica.

TEMA 2. Materiales poliméricos: Introducción. Estructura y mecanismos de polimerización (mecanismo de adición y mecanismo de condensación, reticular). Termoplásticos: cristalinidad y estereoisometría; Termoplásticos de interés en ingeniería (polietileno, cloruro de vinilo, polipropileno, poliestireno, acrílicos, fluoroplásticos PTFE); Deformación de los termoplásticos (comportamiento elástico, plástico, viscoelástico); Efecto de la temperatura en los termoplásticos. Elastómeros, estructura, propiedades, (caucho natural, sintético, siliconas). Polímeros termoestables, estructura y propiedades, resinas fenólicas, epoxi, poliésteres insaturados, ureas y melaminas. Características y comportamiento mecánico, térmico, eléctrico y envejecimiento de los termoplásticos, elastómeros y termoestables. Aditivos, refuerzos, colorantes, plastificantes, ignífugos. Reciclado.

TEMA 3. Resinas termoestables utilizadas en los materiales compuestos: Resinas de poliéster: propiedades mecánicas, estabilidad térmica, propiedades eléctricas, resistencia química. Resina epoxi: propiedades mecánicas eléctricas, resina epoxi deglicidilester del bisfenol, endurecedores co-reactivos y catalíticos.

TEMA 4 Fibras de refuerzo: Fibras de vidrio: Elaboración; Tipos; Propiedades mecánicas; Térmicas; Eléctricas. Fibras de carbono: Elaboración; Microestructura; Características mecánicas y estructurales, interfase de unión; Aramida elaboración; características mecánicas. Fibra de boro: Elaboración; Características mecánicas. Fibra de carburo de silicio: Elaboración; Características mecánicas. Fibras cerámicas: Elaboración; características mecánicas; óxido de aluminio. Fibras refractarias (wolframio)

TEMA 5. Tipología de las fibras: Tipos de tejido: Generalidades. Características de los tejidos: Tafetán; Sarga; Satén; Unidireccionales; Multidireccionales; 3D; Filtros o mats; Rovings

TEMA 6. Interfase fibra-matriz: Introducción. Mecanismo de: Absorción; humectación; interdifusión; atracción electrostática; enlace químico; adhesión mecánica. Interfases de interés: Fibra de vidrio-epoxi; fibra de vidrio-poliéster; fibra de carbono-epoxi.

TEMA 7. Fabricación de materiales compuestos: Introducción: Metodología de la elaboración: Moldeo por contacto a mano; Proyección simultánea; Impregnación en continuo; Inyección de termoestable; Inyección de resinas; Inyección al vacío; Preforma; Prensa en frío; Impregnados (prensa en caliente); Centrifugado; Enrollamiento; Pultrusión.

TEMA 8. Caracterización física y mecánica de los materiales compuestos: Físicas: Densidad; Volumen de fibra; Porosidad. Mecánicas: Ensayos de tracción, compresión, cortadura plana, cortadura interlaminar, flexión; Tenacidad a la fractura (modo I)

TEMA 9. Compuestos metálicos: Introducción: Clasificación: (matriz o refuerzo). Características de la interfase: Difusividad; Compatibilidad fibra matriz. Metodología de la elaboración: Estado líquido; Sólido; gaseoso; Fibras

largas; fibras cortas; Propiedades mecánicas.

TEMA 10. Compuestos cerámicos: Introducción. Mecanismos de refuerzo. Agrietamiento de la matriz. Fibras de refuerzo: Carbono; Carburo de silicio SiC; Whiskers; Whiskers-óxido. Técnicas de fabricación: Bobinados de filamentos; Infiltración Sol-Gel; Prensado en caliente; Infiltración química; Pirólisis polimérica; Procesos con fibra discontinua; Interfase Fibra-Matriz; Recubrimiento de fibras; Propiedades de los Compuestos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1 Obtención de Materiales Poliméricos: Manipulación con diferentes polímeros: Termoplásticos; Termoestables; Elastómeros. Reconocer las variables que intervienen en los procesos de obtención.

PRÁCTICA 2 Conformado de compuestos laminados: Poliéster-Fibra de vidrio: Proceso de moldeo a mano; Bolsa de vacío.

PRÁCTICA 3 Conformado de otros tipos de compuestos: Honeycombes, laminados tipo sándwich, otras estructuras.

PRÁCTICA 4 Caracterización Física de los Materiales Compuestos: Física: Determinación de la densidad; Volumen de fibra.

PRÁCTICA 5 Caracterización Microestructural de los Materiales Compuestos: Tipo y orientación del refuerzo, Características de la matriz (colorantes, cargas); Defectología

PRÁCTICA 6 Propiedades Mecánicas: Determinar los indicadores resistentes mediante ensayo de tracción y flexión

PRÁCTICA 7 Comportamiento de los Materiales Compuestos a agentes externos: Degradación por efecto de: Temperatura, Rayos ultra violeta, Agentes químicos.

Asignatura: INTRODUCCIÓN A LA PULVIMETALURGIA
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERIA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT920
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los principios teóricos prácticos sobre los cuales se fundamenta la metalurgia de polvos o pulvimetalurgia.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción general: Presentación de material audiovisual. Definición de Pulvimetalurgia. Representación gráfica. Reseña historia. Importancia, ventajas y desventajas comparativas. Campos de utilización, ejemplos. Etapas del proceso tecnológico.

TEMA 2: Producción de polvo: Definición de polvo. Métodos de producción: clasificación, definiciones, características básicas. Operaciones pos-producción. Riesgos y medidas de seguridad. Áreas de investigación y desarrollo (I-D).

TEMA 3: Propiedades y caracterización de polvos: Propiedades de polvos: fundamentales y secundarias, clasificación. Definición de propiedades. Caracterización de polvos: técnicas de caracterización, descriptores. Areas de I – D.

TEMA 4: Compactación de polvos: Preparación del polvo: mezclado, lubricación, precauciones. Definición de compactación. Principios: fenómenos involucrados, bases teóricas, relaciones matemáticas, influencia de las características del polvo. Métodos de compactación: clasificación, características básicas, tipos de piezas. Compacto y resistencia en verde: definiciones, relaciones matemáticas, evaluación práctica. Areas de I – D.

TEMA 5: Sinterización: Definición. Tipos. Sinterización en estado sólido: fundamentos teóricos, etapas y planteamientos matemáticos, diagramas de sinterización. Porosidad: definición, forma y tamaño de poros, tipos de poros, permeabilidad, evaluación. Sinterización con fase líquida: fundamentos, características generales. Operaciones post-sinterizado. Areas de I – D.

TEMA 6: Procesos especiales: Moldeo por inyección. Presionado en caliente. Forja y laminación. Rociado. Procesos CERACON Y STAMP. Infiltración.

TEMA 7: Diseño en pulvimetalurgia: Introducción. Metodología del diseño. Criterios de selección de materiales. Ejemplos de diseños. Control de calidad. Aspectos económicos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Fabricación de polvo: Clasificación y selección de la técnica de fabricación de polvo, selección de la materia prima y parámetros experimentales, obtención del polvo y almacenamiento.

PRÁCTICA 2. Caracterización de polvos: Para un polvo seleccionado determinar los parámetros: fluidez, densidad aparente y vibrada, ángulo de reposo, tamaño y forma de las partículas.

PRÁCTICA 3. Compactación de polvos: Curva de compresibilidad, compactación del polvo, densidad y resistencia en verde.

PRÁCTICA 4. Sinterización y densidad: Selección de parámetros y realización del tratamiento térmico de sinterización de polvo compactado. Determinación de la densidad luego del sinterizado.

PRÁCTICA 5. Caracterización microestructural de piezas sinterizadas: Metalografía de muestras. Determinación de la porosidad y parámetros característicos de los poros.

PRÁCTICA 6. Propiedades mecánicas de piezas sinterizadas: Realización de los ensayos mecánicos: dureza, microdureza y resistencia (alguno de los siguientes: flexión, tracción, impacto o fatiga).

PRÁCTICA 7. Caracterización de filtros metálicos: Cambio dimensional. Permeabilidad del aire. Máximo diámetro de poro. Resistencia mecánica.

Asignatura: EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES
Preelaciones: MATERIALES DE INGENIERIA
Tipo: ELECTIVA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT921
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los principios teóricos y prácticos sobre los fundamentos de la metalurgia del aluminio y sus aleaciones, afianzando esos conocimientos de manera práctica.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción general: Breve historia sobre el aluminio. Importancia científica y tecnológica. Venezuela productor de aluminio y sus implicaciones en nuestra sociedad.

TEMA 2. Naturaleza del aluminio: Minerales del aluminio: clasificación, composición química, principales minerales utilizados. Obtención del aluminio: métodos, características básicas. Propiedades y características del aluminio: propiedades físicas, químicas y mecánicas, efectos de las impurezas sobre las propiedades. Usos principales del aluminio.

TEMA 3. Aleaciones del aluminio: Aleación metálica: definición, tipos, características básicas. Clasificación de las aleaciones del aluminio: de forja y de moldeo o fundición, características básicas. Diagramas de equilibrio: elementos aleantes, fases, características particulares. Propiedades de las aleaciones. Usos industriales.

TEMA 4. Tratamientos térmicos de aleaciones del aluminio: Tratamiento térmico: definición, variables, representación gráfica, características. Recocidos: homogenización, recristalización, restauración, total. Bonificado: solubilización, temple y envejecimiento. Endurecimiento por precipitación: transformaciones en estado sólido, microestructura de los sistemas precipitados, tipos de precipitación (continua, discontinua, localizada, esferoidización). Envejecimiento: naturaleza, etapas, factores que la afectan (temperatura, composición, tipo de soluto, velocidad de temple, tiempo). Envejecimiento con deformación. Envejecimiento en dos etapas.

TEMA 5. Soldabilidad del aluminio y sus aleaciones: Soldadura: definición, métodos, aspectos metalúrgicos. Soldabilidad del aluminio y sus aleaciones: dificultades, fenómenos metalúrgicos involucrados. Soldadura oxiacetilénica: aspectos técnicos (preparación del material, potencia del soplete, material de aporte), flujos decapantes, estudios de soldabilidad y propiedades. Soldaduras fuertes (Brazing) y por baño: ventajas, fundente, material de aporte, preparación técnica. Soldaduras en atmósfera inerte: TIG, MIG, definiciones, características comparativas, ventajas, gases, electrodos, material de aporte, preparación y procedimiento. Microestructura de la unión soldada, Inspección de la soldadura.

TEMA 6. Procesamiento especial del aluminio y sus aleaciones: Técnica de solidificación rápida: principios, características metalúrgicas, aleaciones especiales (Al-Li, Al-Li-Cu, Al-Li-Mg) y sus propiedades. Materiales compuestos de matriz de aluminio (MMCs): definición, características, clasificación, fabricación y propiedades. Proceso de Tixovaciado: definición, principios metalúrgicos, propiedades, técnica y aplicaciones.

TEMA 7. Acabado superficial de las aleaciones del aluminio: Introducción. Tipos de acabado: decorativos, protección, clasificación. Tratamientos mecánicos: pulido, satinado, proyección, otros. Desengrasado y decapado químico. El anodizado: fundamentos, ácidos utilizados, características de diversos procedimientos, propiedades. Recubrimientos metálicos: preparación de superficies, revestimientos electrolíticos, características. Esmaltes vitrificados: definición, preparación del metal y aplicación, propiedades. Pinturas y barnices: preparación de superficies y aplicación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRACTICA 1. Fusión y colada del aluminio: Manipulación de diferentes aleaciones, determinación de las temperaturas de solidificación de éstas. Obtención de piezas sencillas por colada.

PRACTICA 2. Reciclado del aluminio: Manejo de las diversas formas de reciclado. Obtención de piezas a través de técnicas mecánicas y de fusión y colada.

PRACTICA 3. Metalografía del aluminio: Preparación y observación metalográfica de probetas obtenidas por diferentes métodos.

PRACTICA 4. Tratamiento térmico de solubilización del aluminio: Realizar tratamientos térmicos de solubilización a diferentes aleaciones. Obtención de algunas propiedades mecánicas antes y después del tratamiento térmico.

PRACTICA 5. Tratamiento térmico de envejecimiento del aluminio (bonificado): Evaluación de las propiedades mecánicas tras diferentes estados de la evolución del envejecimiento natural y artificial.

PRACTICA 6. Soldadura y soldabilidad del aluminio: Inspección e interpretación de diferentes tipos de soldaduras (soldadura y soldadura fuerte) realizadas en aluminios.

PRACTICA 7. Tratamientos superficiales del aluminio (anodizado): Realizar un anodizado electroquímico a una aleación de aluminio.

Asignatura: FUNDICION BÁSICA
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERIA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT922
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	1	-	3	
Horas / semestre	36	18	-	54	3

OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los principios de la tecnología de la fundición, para que pueda decidir que alternativa de fabricación seleccionar cuando realice el diseño de piezas o componentes mecánicas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción: Definición de Fundición. Definición de molde y de los elementos que lo componen. Definición de colada. Definición de sistema de colada. Definición de pieza colada. Definición de moldeo. Definición de moldería. Definición de sistema de alimentación. Definición de sistema de moldeo. La industria de la fundición en el mundo y en Venezuela. Comparaciones técnico-económicas del moldeo con otros procesos de conformado de metales.

TEMA 2. Identificación de las partes de un molde: Molde: Bloque, cavidad, paredes y machos. Sistema de colada: Cubeta de colada, embudo, bebedero, pié de colada, canales de colada, canales de entrada, vientos, rebosaderos, barreras para arena y para escoria. Sistema de alimentación: Mazarotas.

TEMA 2. Materiales para la fabricación de moldes: características, exigencias y aplicaciones: Arenas naturales. Arenas sintéticas. Arena verde. Arena seca. Aglomerantes y aglutinantes. Substancias del proceso CO₂. **Materiales especiales:** Harina de maíz, aserrín, estiércol de caballo, refractarios pulverizados, coque pulverizado y yeso. Materiales para moldes permanentes. Yeso. Ceras. Materiales para modelos. Materiales de careo. Otros materiales para la fabricación de moldes.

TEMA 4. Generalidades sobre los modelos, moldes y metodos de moldeo.

Definición de modelo y sus características. Clasificación de los modelos. Clasificación de los moldes y comparaciones técnico-económicas de sus fabricaciones. Clasificación de los métodos de moldeo y comparaciones técnico-económicas de sus aplicaciones.

TEMA 5. Generalidades sobre las consideraciones básicas en el diseño de piezas para modelo.

Relación usuario – diseñador – modelista – fundidor. Previsiones generales para el diseño. Selección del material de la pieza. Configuración de la pieza: Precisión de dimensiones; resistencia y rigidez; prevención de zonas no llenadas, rechupes, porosidades, fracturas y tensiones residuales; facilidad del maquinado; métodos de colada.

TEMA 6. Solidificación uniforme y solidificación dirigida.

Mecanismos de la solidificación del metal en el molde y sus consecuencias: Estructura granular, rechupes y porosidades de contratación. Identificación de puntos calientes: Círculos inscritos, módulo de enfriamiento. Importancia y logro de la solidificación uniforme y de la solidificación dirigida.

TEMA 7. Diseño de moldes de arena apisonada para piezas correctamente planificadas: Definición de pieza correctamente planificada (diseñada). Consideraciones en el diseño de la cavidad del molde (moldería): Líneas de junta, contracción del metal, sobreespesor de maquinado, salidas del modelo, sentido del desmoldeo, flujo no erosivo. Consideraciones en el diseño de machos: Contracción del metal, portadas y suspensiones, posición horizontal y posición vertical, evacuación de gases. Ubicación de dispositivos enfriadores y/o calentadores.

TEMA 8. Diseño del sistema de colada para moldes de arena apisonada: Exigencias al flujo del metal durante la colada. Temperatura de colada. Colada directa y colada en fuente. Sentido de colada. Forma y dimensiones de los componentes del sistema de colada. Distribución de los canales de entrada. Velocidad y tiempo de modelo.

TEMA 9. Diseño del sistema de alimentación: Dimensionamiento y ubicación de mazarotas. Ejemplos de aplicación de la solidificación dirigida considerando todos los componentes del sistema de modelo.

TEMA 10. Obtención de la cavidad del molde en arena apisonada: Elaboración de modelos. Preparación de arenas. Utilización de materiales especiales. Ejemplos de elaboración de la cavidad del molde para colada



directa y colada en fuente. Ejemplos de elaboración de la cavidad del molde con diversas clases de modelos. Elaboración del sistema de colada. Afinamiento del bloque y cavidad. Secado. Elaboración de machos. Realización del Proceso CO₂. Elaboración de mazarotas y elementos auxiliares.

TEMA 11. Colada y operaciones finales: Colada. Desmoldeo. Limpieza, inspección y maquinado.

Asignatura:	FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE FALLAS	Código:	IMT923
Prelaciones:	MATERIALES DE INGENIERIA, PROCESOS DE MANUFACTURA III	Período:	NOVENO
Tipo:	ELECTIVA		
Carrera:	INGENIERÍA MECÁNICA		
Departamento:	TECNOLOGÍA Y DISEÑO		

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

OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos básicos sobre las fallas en los materiales de ingeniería, su análisis teórico y práctico, y las prevenciones necesarias para evitar que estas sucedan o minimizarlas.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

TEMA 1. Introducción general: Historia catastrófica de fallas en elementos u objetos diseñados y fabricados con diferentes materiales. Interrogantes sobre las fallas. Qué hacer y cómo proceder. Justificación del análisis de fallas y su prevención.

TEMA 2. Fallas y fractura: Definición de fallas y fractura. Diferencias entre fallas y fractura. Ejemplos gráficos. Consecuencias físicas, económicas y humanas.

TEMA 3. Causas de fallas: Errores de diseño. Evaluación errónea de propiedades. Imperfecciones de los materiales. Defectos de fabricación. Errores de ensamblaje. Condiciones impropias de servicio. Fenómenos microestructurales causantes de fallas y fractura.

TEMA 4. Tipos de fallas: Fuerzas y distribución de esfuerzos en componentes mecánicos. Tipos de fallas: clasificación, definiciones, caracterización fenomenológica, ejemplos.

TEMA 5. Análisis de fallas: Definición. Etapas de un análisis de fallas. Recomendaciones para un correcto análisis de fallas. Técnicas de análisis de fallas: clasificación, características generales, ventajas y desventajas. Recaudación de datos.

TEMA 6. La fractografía en el análisis de fallas: Definición. Procesamiento de piezas fracturadas y la superficie de fractura. Métodos de evaluación: clasificación, definiciones, fundamentos, características, ventajas y desventajas. Fractografía cuantitativa: objetivo, técnicas y características, análisis cuantitativo, ejemplos.

TEMA 7. Prevención de fallas por mecánica de fractura: Mantenimiento preventivo: aspectos generales. Mecánica de fractura: definición. Aspectos básicos de la mecánica de fractura: criterio de Griffith, factor de intensidad de esfuerzos, criterio de energía, tenacidad a la fractura, longitud de grieta, esfuerzo en servicio. Selección de materiales.

TEMA 8. Evaluación práctica de fallas: Estudio práctico de fallas típicas en componentes mecánicos, previamente preparados. Caracterización y diferenciación entre las fallas estudiadas. Cálculos básicos de diagnóstico y/o de causas de las fallas.

Asignatura: PROPIEDADES Y ENSAYOS MECÁNICOS
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERIA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT924
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Capacitar al estudiante para que: Evalúe las respuestas de las naturalezas de los materiales metálicos ante cargas aplicadas en diversas condiciones. Relacione los valores de las citadas respuestas con los fenómenos provocados por las cargas en las naturalezas de los materiales metálicos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Generalidades: Factores del comportamiento mecánico de una pieza de ingeniería. Concepto de propiedad mecánica. Propiedad mecánica y atributo mecánico. Importancia de los valores de las propiedades mecánicas en el diseño y en la tecnología mecánica. Concepto de ensayo mecánico normado. Organismos de normalización de ensayos de materiales. Clasificación de los ensayos mecánicos y de las propiedades mecánicas de los materiales metálicos.

TEMA 2. Deformación elástica y plástica: Fuerzas de cohesión. Deformación plástica: por maclaje, por deslizamiento uniplanar de dislocaciones de borde, por deslizamiento uniplanar de dislocaciones de tornillo, por deslizamiento cruciplanar de dislocaciones de tornillo, por deslizamiento de dislocaciones helicoidales, por ascenso de dislocaciones de borde, por cizallado de límites intergranulares, por difusión entre límites intergranulares. Fuerza en una dislocación. Energía de una dislocación. Tensión lineal de una dislocación. Campo de esfuerzos de una dislocación.

TEMA 3. Endurecimiento por deformación plástica en frío y el proceso de rotura: Definición de endurecimiento por deformación plástica en frío. Deslizamiento fácil y deslizamiento múltiple Evaluación de la rapidez del endurecimiento. Fuente de Frank-Read. Interacción de dislocaciones: endurecimiento por formación de codos y escalones en las dislocaciones, barreras de Cottrell-Lomer. Endurecimiento por interacción de dislocaciones con defectos cristalinos puntuales. Influencia del tamaño promedio de los granos en el endurecimiento. Rotura frágil y rotura dúctil. Criterio de Griffith para la rotura frágil. Mecanismos de surgimiento de grietas en materiales metálicos dúctiles. Mecanismo de propagación de una grieta en material metálico dúctil.

TEMA 4. Evaluación estadística de las propiedades mecánicas:

La distribución normal y la media aritmética. Exclusión de resultados atípicos. Desviación normal. Intervalo de confianza y nivel de confianza. Número mínimo de mediciones (resultados de ensayos) para obtener una media aritmética confiable. Determinación de diferencias significativas entre resultados.

TEMA 5. Ensayos mecánicos estáticos: Concepto de carga estática, carga dinámica y carga cíclica. Clasificación de los ensayos estáticos. Principios del funcionamiento de la máquina universal de ensayos mecánicos y de la máquina de torsión. Descripción de los ensayos mecánicos estáticos de tracción, compresión, flexión y torsión en atención a: las probetas utilizadas, el estado de esfuerzos en elasticidad, el desarrollo de la deformación plástica, el desarrollo del endurecimiento por deformación plástica en frío, el desarrollo del proceso de rotura y las propiedades mecánicas resultantes. Métodos especiales para determinar el módulo de Young y el módulo de corte.

TEMA 6. Ensayos mecánicos dinámicos: Clasificación de los ensayos dinámicos. Diferencias entre los resultados del ensayo de tracción dinámica y el ensayo de tracción estática. Ensayos de impacto: principios del funcionamiento del martillo de Charpy y energías participantes. Martillo de Charpy instrumentado. Probetas para ensayos con martillo de Charpy. Estado de esfuerzos en elasticidad en probetas de Charpy. Desarrollo de la deformación plástica, del endurecimiento y de la rotura en probetas de Charpy. Características y evaluación de la fractura en probeta de Charpy. El intervalo de temperaturas de la transición dúctil-frágil y su importancia.

TEMA 7. Ensayos de fatiga: Definición del proceso de fatiga (cargas cíclicas). Ciclos de esfuerzos en ensayos de fatiga. Fatiga por tracción y/o compresión. Fatiga por flexión pura: la máquina de Moore y principios de su funcionamiento. Fatiga por momento flector: la máquina para viga rotatoria y principios de su funcionamiento.

Descripción de los ensayos de fatiga en atención a: las probetas utilizadas, el desarrollo de las deformaciones elástica y plástica en altos y bajos ciclos, el desarrollo del endurecimiento o ablandamiento, el desarrollo del proceso de rotura. La curva de Wöhler y propiedades mecánicas resultantes. Relaciones entre resultados de ensayos de fatiga y resultados del ensayo de tracción estática.

TEMA 8. Ensayos de termofluencia: Concepto de termofluencia. Clasificación de los ensayos de termofluencia (tracción a alta temperatura, arrastre y resistencia prolongada). Modos de generación de altas temperaturas en los ensayos de termofluencia. Descripción de los ensayos de termofluencia en atención a: las probetas utilizadas, el estado de esfuerzos en elasticidad y el desarrollo de la deformación plástica. Etapas del arrastre. Resultados de los ensayos de termofluencia.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Redes cristalinas y sus representaciones.

PRÁCTICA 2. Mecanismos de la deformación plástica.

PRÁCTICA 3. Movimientos de las dislocaciones.

PRÁCTICA 4. Mecanismo del endurecimiento por deformación y de la rotura.

PRÁCTICA 5. Preparación de experimentos y procesamiento estadístico de resultados.

PRÁCTICA 6. Ensayos mecánicos estáticos y propiedades mecánicas.

PRÁCTICA 7. Ensayos mecánicos dinámicos y atributos mecánicos.

PRÁCTICA 8. Ensayos de fatiga y atributos mecánicos.

PRÁCTICA 9. Ensayos de termofluencia y atributos mecánicos.

Asignatura: TRATAMIENTOS TERMICOS
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERIA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT925
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los principios y técnicas de los tratamientos térmicos, termoquímicos y termomecánicos de las aleaciones metálicas, particularmente las del hierro y el carbono.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Tratamientos térmicos: Definición de tratamiento térmico. Clasificación de los tratamientos térmicos y definiciones. Tratamientos de enfriamiento continuo: recocido, temple y revenido; características y usos industriales.

TEMA 2. Templabilidad: Definición e importancia. Endurecibilidad versus Templabilidad. Diámetros críticos ideal y real. Métodos de obtención, el Ensayo Jominy. Templabilidad y severidad de temple. Selección de aceros en el diseño mecánico.

TEMA 3. Tratamientos isoterms: Recocido isotérmico, austempering, martempering, patenting; características y usos industriales.

TEMA 4. Tratamientos termoquímicos: Características generales y clasificación de los tratamientos termoquímicos (TTQ). Fundamentos de los TTQ. Cementación, nitruración. Cianuración, carbonitruración y sulfinitización; características y usos industriales.

TEMA 5. Tratamientos superficiales: Endurecimiento superficial por: llama oxiacetilénica, inducción magnética, láser y haz de electrones. La metalización: definición, importancia, aplicaciones, ventajas y desventajas, técnicas. Cromado duro: definición, importancia, materiales para el cromado, técnica, uso y aplicaciones.

TEMA 6. Tratamientos mecánicos y termomecánicos: Definiciones. Tratamientos mecánicos en caliente: forja. Tratamientos mecánicos en frío por deformación profunda. Tratamientos mecánicos en frío por deformación superficial. Tratamientos termomecánicos: Ausforming.

TEMA 7. Fundiciones y sus tratamientos térmicos: Definición, clasificación y características de las fundiciones. Tratamientos térmicos: recocido, temple y revenido, temple superficial. Nitruración de las fundiciones. Fundiciones templadas.

Asignatura: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
Prelaciones: PRODUCCIÓN I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT926
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Capacitar al estudiante para la elaboración de proyectos de investigación y para la redacción de informes especializados. Iniciar la reflexión sobre la importancia de la tesis de grado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. El método científico: El conocimiento: origen y concepto. Diferencia entre conocimiento vulgar y científico. La Ciencia: origen, concepto, clasificación y fines. Relación de la Ciencia con la Filosofía. El método: concepto y clasificación. El método de investigación científica: origen, concepto y caracterización. Etapas del método científico.

TEMA 2. La investigación: Etimología, origen, concepto, caracterización y clasificación de la investigación. Relación entre la Ciencia y la Investigación. La investigación en las ciencias fácticas y en las ciencias del hombre.

TEMA 3. La investigación científica: Criterios de la investigación científica. Concepto y objetivos. Fases del proceso de la investigación científica.

TEMA 4. La investigación documental: Concepto. Importancia. Fuentes de la investigación documental. El documento, concepto, funciones y clases de documentos. Fases de la investigación documental. Elementos del diseño de la investigación documental.

TEMA 5. La investigación experimental: Concepto. Fases de la investigación experimental. Elementos del diseño de la investigación experimental.

TEMA 6. Diseño de la investigación: Planteamiento del Problema: objetivos, pregunta de investigación y justificación del estudio. Elaboración del marco conceptual. Formulación de hipótesis. Recolección y análisis de los datos.

TEMA 7. Redaccion del informe de investigación:

Función de la comunicación. Formas de comunicación. Estructura del informe de investigación: Elementos e interrelación entre ellos. Estilos de redacción. Normas internacionales de redacción.

TEMA 8. Redaccion del informe tecnico y de la tesis: Se realizarán actividades de aula, exámenes parciales, tareas para la casa y trabajos especiales. En cada clase de 2 horas de duración se analizará la tarea realizada con anterioridad. Se elaborará progresivamente un informe de investigación tipo portafolio, alimentado por las actividades de aula. Los exámenes parciales versarán sobre el contenido teórico del programa.

Asignatura: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL **Código:** IMT927
Prelaciones: ELEMENTOS DE MAQUINAS I, PRODUCCIÓN II **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

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

OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer las herramientas necesarias para analizar y mejorar organizaciones de mantenimiento en la industria.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I: TEORIA DE MANTENIMIENTO: DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN

TEMA 1. Definiciones: Mantenimiento correctivo. Mantenimiento preventivo: Técnicas recomendadas para iniciar un plan de mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo: Tipos de fallas más comunes detectadas utilizando el mantenimiento predictivo. Mantenimiento óptimo: Principios básicos de mantenimiento óptimo. Parámetros fundamentales. Costos de operación: Costos fijos, costos variables y costos de mantenimiento.

TEMA 2. Teoría de mantenimiento: Objetivos. Procesos directivos. Planeamiento: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo. Suministro de materiales. Registros históricos.

TEMA 3. Organizaciones y mantenimiento: Generalidades. Conceptos básicos: Unidad de mando, amplitud de control, homogeneidad de las tareas, delegación de autoridad y responsabilidad. Requerimientos de la Fuerza de Trabajo.

TEMA 4. Política general de mantenimiento: Categoría general con respecto a la asignación de trabajo. Políticas con respecto a la fuerza de trabajo, centralización o descentralización. Políticas con respecto a la relación entre los departamentos y al control. Cobertura de empleos vacantes.

UNIDAD II: TEORÍA DE MANTENIMIENTO: FIABILIDAD

TEMA 5. Confiabilidad: Definición. Parámetros básicos. Estudio y tipo de análisis de fallas. Períodos de vida de un equipo. Características. Tipos de distribución normal, de Poisson, de Weibull, etc. Políticas y mantenimiento. Cálculos y predicción de confiabilidad de componentes y equipos.

TEMA 6. Mantenibilidad: Definición. Factores Principales: operacionales y de diseño. Parámetros básicos de la mantenibilidad. Métodos para asegurar la mantenibilidad óptima. Cálculos y predicciones. Distribuciones probabilísticas usadas.

TEMA 7. Disponibilidad: Definición. Cálculos, características, importancia y mejoramiento de la disponibilidad.

TEMA 8. Capacidad efectiva del sistema: Introducción. Definiciones: Capacidad efectiva, instalada y factor de efectividad. Método de Von Newman y Morgenstein. Otro método de calcular la capacidad efectiva. Factor de efectividad y costos.

UNIDAD III: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORÍA DE MANTENIMIENTO

TEMA 9. Aplicación practica de la teoría de mantenimiento: Introducción. Pasos recomendados para iniciar un plan de mantenimiento óptimo. Sistemas operativos e índice de control.

Asignatura: VIBRACIONES MECANICAS
Prelesiones: ELEMENTOS DE MÁQUINAS II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT928
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Establecer los conceptos fundamentales sobre las Vibraciones Mecánicas, así como la detección de fallas producidas por desbalance mecánico y/o falta de alineamiento.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Movimiento oscilatorio: Introducción. Movimiento armónico. Análisis armónico. Período. Frecuencia. Desplazamiento, velocidad, aceleración, ángulo de fase. Funciones de tiempo semidefinidas. Propiedades del movimiento oscilatorio. Péndulo Simple. Péndulo compuesto. Péndulo bifilar.

TEMA 2. Sistemas vibratorios lineales de un solo grado de libertad no amortiguados:

Definición del sistema. Ecuación del movimiento para vibración libre no amortiguada. Ley del movimiento de Newton. Método de la energía. Método de Rayleigh. Método de la impedancia mecánica. Problemas.

TEMA 3. Sistemas amortiguados lineales:

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

TEMA 4. Balanceo mecánico: Desbalance rotacional. Desbalance estático. Desbalance dinámico. Movimiento de los soportes de una máquina. Transmisibilidad. Instrumentos para medir, analizar e impedir vibraciones mecánicas. Balanceo estático y dinámico en uno o dos planos, método vectorial. Problemas.

TEMA 5. Vibración torsional: Introducción. Analogía entre vibraciones rectilíneas y torsionales. Problemas

TEMA 6. Sistemas con dos grados de libertad: Introducción. Coordenadas generales. Modos normales. Coordenadas principales. Coordenadas de acoplamiento. Ecuaciones de Lagrange. Adsorbedor de vibraciones dinámicas. Principios de ortogonalidad. Sistemas semidefinidos. Velocidades críticas. Problemas.

TEMA 7. Varios grados de libertad: Introducción. Ecuación del movimiento. Coeficientes de influencia. Interacción matricial. Método Stodola. Método Holzer. Método de la impedancia mecánica. Método de matriz de transferencia. Principios de la ortogonalidad. Problemas.

TEMA 8. Introducción a la falta de alineamiento: Tipos de desalineación. Métodos de alineación. Alineación con comparadores de carátula de aguja y digitales. Alineamiento láser.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1: Equipos de medición: En esta parte se muestran los diferentes equipos usados en la medida de desplazamiento, velocidad y aceleración, se enseñan las formas de como medir las vibraciones mecánicas en los equipos rotativos.

PRÁCTICA 2 Medidas de vibraciones: Se toman medidas de vibraciones en el rotor flexible, en puntos seleccionados, para luego analizar el espectro respectivo.

PRÁCTICA 3: Balanceo: Se simula un desbalance mecánico y a la vez se explica su forma de corregir.

PRÁCTICA 4: Alineamiento mecánico con comparadores de carátula: En el rotor diseñado para tal fin se muestra como se realiza el alineamiento.

PRÁCTICA 5: Alineamiento láser: Para ello se instala en el rotor flexible el alineador láser, corrigiéndose el problema de falta de alineamiento, existente entre las dos unidades del rotor flexible.

Asignatura: CREACION DE EMPRESAS
Prelaciones: PRODUCCIÓN II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT929
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios para que en su ejercicio profesional pueda crear y desarrollar empresas competitivas, que coadyuven en el desarrollo social y económico del país.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

TEMA 1. Introducción: Importancia de la creación de industrias y/o empresas en el desarrollo del país. Industria y empresa: conceptos, similitudes y diferencias. Los tipos de empresas: pequeña, mediana y grande, características generales. Aspectos sobre modelos de desarrollo empresarial, casos: alemán, japonés, asiático, chino (Taiwán), español, otros. Estadísticas de empresas en diversos países. Tendencias del proceso de desarrollo en Venezuela.

TEMA 2. Creación de empresas: Motivación para emprender. Idea inicial, factores de elección de ideas. Plan de empresa. Descripción de la empresa. Definición del producto o servicio. Formas jurídicas. Planificación de aspectos comerciales. Estudio económico-financiero. Trámites legales de constitución. Inicio de la actividad. Políticas de apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (PyME) en Venezuela. Portales de internet.

TEMA 3. Montaje de la empresa (PyME): Los recursos necesarios: la gente, la información, la infraestructura, las materias primas y los servicios. La transformación de los recursos: procesos, métodos, normas. Los clientes y los mercados. Plan de negocio. Etapas del montaje de la empresa.

TEMA 4. Innovación, Tecnología y Competitividad: La innovación: teorías, formas de producirse, variables. Estrategias de desarrollo. Aprendizaje tecnológico y competitividad. Transferencia de tecnología. Aspectos claves del éxito. Gestión de la calidad. Asociaciones estratégicas.

TEMA 5. Marco legal de las empresas: Aspectos básicos sobre leyes nacionales: ley del trabajo, ley de cooperativas, ley para promover y proteger la libre competencia, leyes del sistema nacional para la calidad y de metrología, el derecho a la propiedad intelectual, ley de impuesto sobre la renta, otras. Caso especial: la Zona Libre, Cultural, Científica y Tecnológica (ZOYLCYT) de Mérida.

TEMA 6. Visitas, seminarios y proyectos: Visitas a empresas. Exposición de seminarios y proyectos teóricos de creación de empresas.

Asignatura: MERCADEO PARA INGENIEROS
Prelaciones: INGENIERIA ECONOMICA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT930
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de ésta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas del mercadeo. Esto contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en el mundo de los negocios, dentro de un contexto caracterizado por la globalización de los mercados.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: La función del mercadeo en la economía y la empresa: El concepto de mercadeo. Importancia del mercadeo en el desarrollo económico. Interfase producción-mercadeo. La administración del mercadeo. La ética en el mercadeo.

TEMA 2: La planeación estratégica del mercadeo: Análisis del ambiente de mercadeo. Estudio del consumidor. Análisis de la competencia. La investigación de mercados. La mezcla de mercadeo.

TEMA 3: El producto: Aspectos básicos del producto. Clases de productos. La marca. El empaque.

TEMA 4: El desarrollo de nuevos productos: El ciclo de vida del producto. El proceso de desarrollo de nuevos productos. Organización del proceso de desarrollo de nuevos productos.

TEMA 5 La distribución: Sistemas de distribución. La distribución física. Tipos de intermediarios.

TEMA 6: La promoción: Objetivos de la promoción. La mezcla promocional. La venta personal. Publicidad. Promoción de ventas.

TEMA 7: El precio: Objetivos de precios. Políticas de precios. Métodos para el establecimiento de precios.

Asignatura: INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD TOTAL
Prelaciones: PRODUCCIÓN II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT931
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas de la gerencia total de la calidad. El estudiante comprenderá los distintos elementos que componen la filosofía de la calidad total. El conocimiento de esta asignatura contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en programas de la gerencia de la calidad total.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción: La calidad total: ¿estrategia o necesidad para permanecer en la industria? Una nueva teoría de la calidad. La gerencia de la calidad total y la estrategia corporativa.

TEMA 2: Diferentes enfoques de la calidad total: El enfoque trascendental. El enfoque basado en el producto. El enfoque basado en el usuario. El enfoque basado en la manufactura. El enfoque basado en el valor. Estándares ISO. El premio Malcolm Baldrige. El estudio internacional de la calidad. Los fundadores: Deming, Juran, Crosby, Feigenbaum, Ishikawa, y Taguchi.

TEMA 3: El premio malcolm baldrige: Legislación. El propósito del premio. Responsabilidad y roles. Cómo aplicar para obtener el premio. Los criterios de evaluación del premio. Criterios de posicionamiento del premio.

TEMA 4: Medidas de calidad del producto y de la calidad del proceso: El enfoque tradicional: El modelo del costo de la calidad y sus limitaciones. El modelo revisado del costo de la calidad.

TEMA 5: Mejoramiento continuo: Herramientas básicas. Introducción. Tipos de datos. Herramientas gráficas. Los siete pasos para el mejoramiento continuo. Tabulaciones. Control estadístico del proceso. Herramientas avanzadas para el mejoramiento continuo.

TEMA 6: Medición del consumidor: El modelo multi-atributo de Fishbein. Segmentación del mercado.

TEMA 7: Aplicaciones de la gerencia de la calidad total: La gerencia del cambio. Tipos de cambios. El modelo para el cambio. Teorías del cambio organizacional. La estructura organizacional y la gerencia de la calidad total. Implementación de los programas de TQM.

TEMA 8: TQM y el proceso de desarrollo de nuevos productos: El proceso de desarrollo del producto. La definición del producto. Diseño y desarrollo del producto.

TEMA 9: Reingeniería, y benchmarking: El papel de la tecnología de la información. La metodología de la reingeniería. Post-reingeniería. Sistema de información de la calidad. Benchmarking competitivo. Benchmarking de procesos. Benchmarking estratégico.

Asignatura: ESTADÍSTICAS PARA LA CALIDAD TOTAL
Prelaciones: PRODUCCIÓN I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT932
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas que ofrecen las herramientas estadísticas para mejorar y controlar la calidad.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO

TEMA 1: Introducción: Perspectivas, objetivos. Usos y abusos de la estadística. Introducción a los términos básicos. Medibilidad y variabilidad. Recopilación de la información. Cómo obtener los datos. Clasificación de los datos. Datos cuantitativos. Datos cualitativos. Clasificación de los datos. Variables discretas. Variables continuas. Datos primarios. Datos secundarios. Muestreo. La encuesta. La estadística y el computador.

TEMA 2: Estadística descriptiva: Representación gráfica de datos. Distribuciones de frecuencia, histogramas y ojivas. Medidas de tendencia central. Medidas de dispersión. Interpretación y comprensión de la desviación estándar. Datos divariados. Correlación lineal. Regresión lineal. Aplicaciones.

TEMA 3: Los diagramas de Pareto: El análisis de Pareto. Diagramas de Pareto. Diagramas de Pareto de Fenómenos y Diagramas de Pareto de Causas. Aplicaciones prácticas.

TEMA 4: Diagramas de causa y efecto: El Diagrama de Causa y Efecto. Elaboración de Diagramas de Causa y Efecto. Aplicaciones. Diagramas de Pareto y Diagramas de Causa y Efecto.

TEMA 5: Los histogramas: Distribuciones e histogramas. Elaboración de histogramas. Lectura de histogramas. Medidas para representar las características de las distribuciones. La distribución normal y sus características.

TEMA 6: Los diagramas de dispersión: El diagrama de dispersión. Cómo elaborar un diagrama de dispersión. Lectura de Diagramas de Dispersión. Cálculo de los coeficientes de correlación. Aplicación. Regresión lineal. Estimación de las líneas de Regresión. Aplicación.

TEMA 7: Gráficas de control: Tipos de Gráficas de Control. Elaboración de una Gráfica de Control. Lectura de Gráficas de Control. Definición de Control Estadístico de los procesos (CEP). Análisis de un proceso utilizando las Gráficas de Control. Control de los procesos utilizando Gráficas de Control.

TEMA 8: La varianza: La varianza. Precisión en el ensamblaje de partes. Base teórica de la varianza. El valor esperado y la varianza de la medida muestral. Error de muestreo. Error de medición. La varianza de los valores de una función. Variables aleatorias no independientes. Control estadístico de la calidad.

TEMA 9: Introducción a la inferencia estadística: Estadística. Prueba de la hipótesis. Estimación de parámetros. Aplicaciones. Pruebas y estimaciones de las diferencias entre las medidas de dos poblaciones. Pruebas y estimaciones en observaciones pareadas. Pruebas de significación de los coeficientes de correlación.

Asignatura: INTRODUCCIÓN A LA LEGISLACIÓN
Prelaciones: PRODUCCIÓN I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT933
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de ésta asignatura, es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas que ofrecen las herramientas estadísticas para mejorar y controlar la calidad.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO

TEMA 1: Introducción al derecho. Concepto de Derecho. Etimología. Norma Jurídica. Clase. Característica. Derecho como Ciencia de la Cultura. Clasificación. Derecho Positivo. Clasificación. Análisis. El Trabajo. Evolución Histórica. Etapa. Característica. Clases. El Derecho del Trabajo. Concepto. Análisis.

TEMA 2: El contrato de trabajo: El Contrato del Trabajo. Concepto. Clases. Elemento. Condiciones para la existencia y validez para el contrato de trabajo. Contrato de Obra. Formas y Prueba del Contrato de Trabajo. Trabajador. Patrono. Intermediario. Contratista. Ruptura. Efecto Jurídico.

TEMA 3: La jornada de trabajo: La Jornada de Trabajo. Legislación Vigente. Clases. Días feriados. Vacaciones. Participaciones de los Trabajadores en los Beneficios de la Empresa. Cálculo. Regla.

TEMA 4: El salario: El Salario. Concepto. Clase. Salario mínimo. Importancia. Protección Legal del Salario. Disposiciones Legales y Constitucionales sobre el Salario.

TEMA 5: Terminación de la relación laboral: Causa de Suspensión y Terminación de la Relación Laboral. El Despido. El Retiro. Efectos Jurídicos. Causas del Despido Justificado. Análisis. Prestaciones Sociales. Cálculo. Artículos 104, 108 y 125 de la Ley.

TEMA 6: Los sindicatos: El Sindicato. Concepto. Clases. Capacidad sindical. Libertad sindical. Autarquía. Formación. Inscripción. Requisitos. Extinción.

TEMA 7: La convencion colectiva del trabajo: La Convención Colectiva del Trabajo. Concepto. Efecto. Clases. Naturaleza. Procedimiento. Los Conflictos colectivo: Huelga. Clases. Laudo Arbitral. Requisitos.

TEMA 8: La estabilidad laboral: El Juzgado de Estabilidad Laboral. Importancia. Calificación de Despido ante la Inspectoría del Trabajo y ante este Juzgado. Procedimiento. Diferencia. Efectos Jurídicos. Decisión.

Asignatura: PRODUCCION III
Prelaciones: PRODUCCIÓN II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT934
Período: NOVENO

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

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de ésta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías, ideas básicas y principios que conforman el nuevo paradigma de la gerencia de producción y operaciones.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introducción: El entorno. La globalización de los mercados. La evolución tecnológica. El cambio en las empresas: Hacia la nueva filosofía de gestión de operaciones. La evolución del aprendizaje. La organización creadora de conocimiento.

TEMA 2: Evolución de los sistemas productivos: El Taylorismo. Sistema de Producción en Masa. El Fordismo. El Volvoismo. El sistema Post-Fordista. El Sistema Post-Volvoista. El sistema de Producción Esbelta. Sistema de Manufactura Agil. Logística de Operaciones. Aplicación y uso de los sistemas productivos.

TEMA 3: Producción justo a tiempo: Lógica JIT. JIT y la productividad. Eliminación del desperdicio. Respeto por las personas. Implementación del JIT. Aplicaciones del JIT.

TEMA 4: Gerencia de la calidad total: Especificaciones y costo de la calidad. Desarrollo de especificaciones de calidad. Costo de la calidad. Mejoramiento continuo. El premio nacional a la calidad Malcolm Baldrige. Círculos de calidad. Benchmarking. El sistema Shingo: diseño a prueba de fallas. Normas ISO 9000. Certificación ISO 9000.

TEMA 5: Manejo de la cadena de suministros: Hacer o comprar. Outsourcing. Densidad del valor. Compras. Organización de las compras. La empresa como proveedor. Relaciones entre las sociedades: comprador-proveedor. Distribución normal y sus características.

TEMA 6: Ubicación de las instalaciones: Aspectos generales. Métodos para la ubicación de plantas. Sistemas de clasificación de los factores. Método del centro de gravedad. El modelo analítico de Delhi. Ubicación de las instalaciones de servicio. Aplicaciones.

TEMA 7: Distribución de las instalaciones: Distribución por proceso. Distribución por producto. Distribución por tecnología de grupo. Distribución por posición fija. Distribución por servicio al detal. Distribución espacial. Distribución de oficinas. Uso del computador para la distribución. Planeación sistemática de la distribución. Líneas de ensamble. Balanceo o equilibrio de la línea de ensamble. Consideraciones actuales sobre las líneas de ensamble. Células virtuales. Aplicaciones.

TEMA 8: Planeación total de la producción: Visión De las actividades de planeación de las operaciones. Planeación jerárquica de la producción. Planeación total de la producción. Técnicas de planeación total. La planeación total aplicada a los servicios. Programación nivelada. Aplicaciones.

TEMA 9: Simulación de la producción: Definición. Metodología de la simulación. Definición del problema. Construcción de un modelo de simulación. Especificaciones de los valores de las variables y los parámetros. Evaluación de los resultados. Validación del modelo. Aplicaciones.

TEMA 10: Sincronismo de manufactura y la teoría de las restricciones: La misión de la empresa. Objetivos estratégicos, objetivos tácticos y objetivos operacionales. Medición del desempeño. La teoría de las restricciones. Capacidad no balanceada. Cuellos de botella y restricciones de la capacidad. Bloques básicos de manufactura. Control de la producción.

Asignatura: RELACIONES INDUSTRIALES
Prelaciones: PRODUCCIÓN II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT935
Período: NOVENO

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

OBJETIVO GENERALES

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas de las relaciones industriales. Esto contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en el mundo de la gerencia de los recursos humanos en relación a la estructura de la organización y el comportamiento organizacional de cada empresa. Siendo de vital importancia el conocimiento y estudio del marco legal que envuelve y regula el desempeño laboral del futuro profesional de la ingeniería.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN Y AL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL

TEMA 1: Teoría clásica de la gerencia: Frederick Taylor y su obra "Las Relaciones Humanas en la Organización". Henry Fayol y su obra.

TEMA 2: La organización, la gerencia y sus funciones: Gerentes y organizaciones. La gerencia y sus funciones. Niveles gerenciales. Organizaciones. Competitividad. Habilidades gerenciales. Globalización. La importancia de la calidad. Las organizaciones de aprendizaje.

TEMA 3: El ambiente y el análisis ambiental: El macroambiente. El ambiente competitivo. Análisis ambiental. Interacción ambiental. Ética ambiental.

TEMA 4: Toma de decisiones gerenciales: Características de las decisiones gerenciales. Las etapas en la toma de decisiones. Obstáculos en la toma de decisiones. Toma de decisiones en grupo. Cómo gerenciar la toma de decisiones en grupo. Toma de decisiones en la organización.

TEMA 5: Las funciones gerenciales: Planificación y Planificación Estratégica. La organización. Tipos de Organización. La jerarquía. Dirección. Factores humanos y motivación. Motivación y motivadores. El control gerencial. Sistemas de control. Tecnología e innovación.

UNIDAD II: EL COMPORTAMIENTO INDIVIDUAL Y GRUPAL DEL INGENIERO EN LA ORGANIZACIÓN

TEMA 6. El individuo en la organización: Comunicación y percepción. Motivación. Aprendizaje. Personalidad.

TEMA 7. Grupos en la organización: Concepto de grupo. La formación de grupos. Estructura de los grupos. El ingeniero como individuo y el grupo. El grupo como facilitador del proceso. Control del grupo. Efectividad de los grupos en la solución de problemas.

TEMA 8. Estructuras organizacionales: Estructura organizacional. La gerencia científica. La burocracia y su papel gerencial. Teoría gerencial clásica. Alternativas contingentes.

TEMA 9. Cambio y desarrollo organizacional: Cambio organizacional. Desarrollo organizacional. Cultura corporativa. La tecnología como elemento para suscitar cambios.

TEMA 10: La gerencia en la organización: Liderazgo y estilo gerencial. El ingeniero como líder. Conflicto, poder y política en la organización.

UNIDAD III: ORGANIZACIÓN Y EL MUNDO LABORAL DEL INGENIERO.

TEMA 11: Control gerencial y el individuo: Perspectivas de cómo gerenciar el control. La naturaleza de los mecanismos de control. Estrategias y problemas en la gerencia del control organizacional. La necesidad psicológica del control.

TEMA 12: Ley orgánica del trabajo y ley de ejercicio profesional de la ingeniería, la arquitectura y profesiones afines. Ingeniería y sociedad: Lectura, comentario e interpretación de la Ley Orgánica del trabajo.



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA - VENEZUELA

PENSUM II

Los sindicatos. La Contratación Colectiva. El Contrato como sustituto de la Ley del Trabajo. Ley de Ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y Profesiones Afines. Código de Ética Profesional del Ingeniero. Los ingenieros y la sociedad. La responsabilidad social del ingeniero. La misión del ingeniero dentro de la sociedad venezolana.

Firma y sello de Escuela

Asignatura: **MODELOS CUANTITATIVOS PARA LA PRODUCCION Y LAS OPERACIONES** **Código:** IMT936
Prelaciones: Producción II **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

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

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los modelos cuantitativos desarrollados teóricamente en investigación de operaciones, y que ahora se encuentran disponibles para su aplicación y simulación a través del uso del computador.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO

TEMA 1: Introducción: La naturaleza de los métodos cuantitativos. El impacto de los métodos cuantitativos.

TEMA 2. Programación lineal: Tres aplicaciones clásicas de la programación lineal. El modelo matemático en la hoja de cálculo. Empleo de Excel para resolver problemas de programación lineal. La programación lineal desde la perspectiva administrativa. El problema de la mezcla. El problema de minimización. Representación gráfica de las aplicaciones. Problemas de asignación de recursos. Problemas de trueque entre costo y beneficio. Problemas de redes de distribución. Problemas mixtos. Uso del computador.

TEMA 3. Análisis de “qué pasa si” para programación lineal: Importancia para los gerentes del análisis “qué pasa si”. Análisis de sensibilidad del intervalo de optimalidad. Cambios simultáneos en los coeficientes de la función objetivo. Análisis de los precios sombra para los lados derechos. Análisis de sensibilidad de intervalo de factibilidad. Cambios simultáneos en los lados derechos. Aplicaciones utilizando el computador.

TEMA 4. Problemas de transporte y asignación: Características de los problemas de transporte. Modelado de variables en un problema de transporte. Variantes de problemas de transporte. Características de los problemas de asignación. Modelado de variables en un problema de asignación. Aplicaciones/casos utilizando el computador.

TEMA 5. Problemas de optimización de redes: Problemas de flujo de costo mínimo. Problemas de flujo máximo. Problemas de la ruta más corta. Problemas de árbol de expansión mínima. Aplicaciones con el computador.

TEMA 6. Administración de proyectos con pert/cpm: Uso de una red para el despliegue visual de un proyecto. Programación de un proyecto con PERT/CPM. Estudio con duraciones inciertas de las actividades. Consideraciones de los trueques tiempo-costos. Programación y control de los costos del proyecto. Aplicaciones con el computador.

TEMA 7. Más allá de la programación lineal: Introducción a la programación entera y la programación separable. Fundamentos de programación no lineal. Estudios de casos utilizando el computador.

TEMA 8. Análisis de decisiones: Formulación del problema. Criterios de decisión que utilizan probabilidades. Decidir si se obtiene más información. Uso de nueva información para actualizar probabilidades. Árboles de decisiones para analizar secuencia de decisiones. Aplicación práctica del análisis de decisiones con el computador.

TEMA 9. Pronósticos: Series de tiempo. Pronóstico causal con regresión lineal. Métodos de pronósticos subjetivos. Pronósticos en la práctica. Aplicaciones prácticas utilizando el computador.

Asignatura: FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA CLÍNICA
Prelaciones: PRODUCCION II
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT937
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de esta asignatura es poner en contacto al futuro profesional de la ingeniería con el entorno tecnológico de un establecimiento de salud, para que luego sea capaz de identificar, describir y desarrollar las funciones propias de la ingeniería que son requeridas en los centros de salud para lograr alcanzar niveles óptimos de operación y mantenimiento.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO

TEMA 1: Introducción a la ingeniería clínica: Evolución del Sistema Moderno para el Cuidado de la Salud. La Ingeniería Clínica. Organización de un Hospital. Funciones del Ingeniero Clínico. Tendencias futuras de la Ingeniería Clínica.

TEMA 2: Seguridad en el ambiente clínico: Seguridad Eléctrica. Programa de Seguridad. Normas Internacionales. Ensayos de Seguridad.

TEMA 3: Gestión en tecnología médica: Ciclo de Aplicación Tecnológica en Salud. Planificación del Recurso Tecnológico. Evaluación de Tecnologías en Salud. Sistemas de Información como herramientas de gestión.

TEMA 4: Adquisición y costos en tecnología médica: Planificación de la Adquisición de equipos. Especificaciones Técnicas y Clasificación de los Equipos. Métodos de valoración tecnológica.

TEMA 5: Gestión de equipo: Codificación de equipos y sistemas. Programas de Mantenimiento. Programa de Inspección y pruebas de conformidad.

TEMA 6: La gerencia en la administración del mantenimiento hospitalario: El hospital como empresa. Sistema Hospitalario. Propiedad del Hospital Moderno. La atención de servicios de salud. El mantenimiento hospitalario. Objetivos del Mantenimiento hospitalario. Tipos y fases del mantenimiento hospitalario.

TEMA 7: Aspectos legales, profesionales y éticos, relacionados con la ingeniería clínica: Lectura, comentario e interpretación de artículos del Código de Deontología Médica. Ley de Ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y Profesiones Afines. Código de Ética Profesional del Ingeniero.

Asignatura: MICROESTRUCTURA Y DESGASTE DE MATERIALES
Prelaciones: MATERIALES DE INGENIERÍA.
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGIA Y DISEÑO

Código: IMT938
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer la influencia de los parámetros microestructurales sobre el desgaste y los mecanismos del mismo. Entender los procesos de desgaste para hallar soluciones de los problemas reales de desgaste, en la base de la selección de un material o/y su microestructura.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO

TEMA 1. Introducción: Historia. Mecanismos de desgaste. Definición de desgaste.

TEMA 2. La microestructura y las propiedades mecánicas de los materiales: Estructura de los sólidos. Estructura de las superficies sólidas. Propiedades de volumen de los materiales. Propiedades de superficie de los materiales.

TEMA 3. Superficies de desgaste: Topografía de la superficie. Mecanismos de contacto: Deformación elástica, Deformación plástica, Mecanismo de fractura en la penetración. Temperatura de la superficie.

TEMA 4. Clasificación del proceso de desgaste: Sistemas tribológicos. Mecanismos de desgaste: Adhesión. Abrasión, Fatiga superficial, Reacciones triboquímicas. Superficies de desgaste. Ensayos tribológicos.

TEMA 5. Desgaste abrasivo: Mecanismos de desgaste abrasivo. Metales. Efecto de: Propiedades físicas y Elementos microestructurales. Polímeros. Cerámicos. Materiales compuestos.

TEMA 6. Desgaste por fricción: Mecanismos de desgaste: Adhesión, Fatiga superficial, Reacciones triboquímicas. Progreso del desgaste. Influencia de la rugosidad superficial. Metales. Efecto de: Propiedades físicas, Elementos microestructurales, Materiales de una fase y Materiales de fase múltiple. Polímeros. Cerámicos. Materiales compuestos.

TEMA 7. Desgaste en metales en contacto deslizante: Mecanismos de desgaste. Condiciones de operación. Microestructura y propiedades de los materiales: Inclusiones, Endurecimiento por segunda fase, Estructura de la matriz.

TEMA 8. Desgaste erosivo de metales: Mecanismos de desgaste. Propiedades físicas. Elementos microestructurales: Endurecimiento por segunda fase, Estructura de la matriz.

Asignatura: PLANTAS DE VAPOR. **Código:** IMC901
Prelaciones: TRANSFERENCIA DE CALOR, TURBOMAQUINAS **Período:** NOVENO
Tipo: MATERIA ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Obtener conocimientos generales sobre el diseño, construcción y operación de una planta de vapor.
 Constatar la integración de conocimientos de Ingeniería Mecánica (termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor, resistencia de materiales, metalurgia, economía etc.) en los aspectos de diseño y operación de los componentes de una planta de vapor.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. TERMODINAMICA DE LAS PLANTAS DE VAPOR.

TEMA 1. Ciclos termodinamicos de las plantas de vapor: Ciclo de Carnot. Ciclo Rankine. Métodos para aumentar la eficiencia del ciclo Rankine (sobrecalentamiento, alta presión, regeneración, ciclo binario, ciclo combinado y cogeneración). Cálculos Termodinámicos del ciclo Rankine real.

UNIDAD II. CALDERAS DE VAPOR

TEMA 2. Generalidades sobre calderas de vapor: Clasificación. Calderas Piro-tubulares. Calderas acu-tubulares de tubos rectos y de tubos doblados. Calderas especiales de alta presión. Calderas de recuperación. Aplicación de Calderas.

TEMA 3. Elementos de calderas acu-tubulares de tubos doblados: Mecanismo de circulación natural. Tambor de separación. Sobrecalentadores y recalentadores. Equipo de recuperación de calor. Equipo de combustión.

TEMA 4. Combustibles y combustion en calderas: Tipos y características de combustibles de calderas. Reacciones y formas de combustión. Requerimientos de aire y análisis de productos de combustión. Balance térmico de una caldera.

UNIDAD III. INTERCAMBIADORES DE CALOR

TEMA 5. Intercambiadores de calor de la planta: Tipos generales. Evaporadores. Calentadores cerrados. Condensadores de superficie y de mezcla. Sistemas auxiliares. Desgasificadores ó calentadores abiertos. Acumuladores.

UNIDAD IV. TURBINAS DE VAPOR

TEMA 6. Generalidades sobre turbinas de vapor: Turbinas de impulso, disposiciones Curtis y Rateau. Turbinas de reacción. Características de operación. Control de velocidad. Extracciones de vapor.

UNIDAD V. PRUEBAS DE EFICIENCIA Y ECONOMIA.

TEMA 7. Pruebas de eficiencia y economia de generacion de la planta: Datos, cálculos y resultados de una prueba de eficiencia de una planta de vapor. Características de operación de la planta, la caldera y el turbo generador. Operación económica de centrales.

Asignatura: MOTORES DIESEL
Prelaciones: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECANICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC902
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Especializar al estudiante en el campo de los motores de encendido por compresión. Reforzar los conocimientos impartidos en las materias como motores de combustión interna. Impartir al estudiante los conocimientos básicos sobre las condiciones de funcionamiento de los motores de encendido por compresión, enfatizando en las características de trabajo de las piezas principales del motor. Reforzar los conocimientos sobre el proceso de aprovechamiento de la energía en el cilindro, el balance térmico, la formación de contaminantes, condiciones de lubricación y fricción y empleo de la sobrealimentación. Instruir al estudiante en el manejo de aspectos técnicos relacionados con la selección de equipo de sobrealimentación. Instruir sobre técnicas de control de formación de NO empleando recirculación de gases. Introducir al estudiante en el estudio realista del proceso de combustión de MEC a través de herramientas como paquetes de computación junto con la ayuda de los conocimientos de Termodinámica, Transferencia de Calor y Mecánica de los Fluidos.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

TEMA 1. Generalidades sobre MEC: Definiciones básicas: relación de compresión, volumen desplazado, carrera, PMI, PMS. Transformación de energía. Proceso de formación de mezcla. Conceptos importantes: autoencendido, golpeo metálico, No. de Cetano. Características de regulación de la carga. Sistemas del motor: alimentación, escape, lubricación, enfriamiento y encendido. Piezas principales del MEC: pistón, cilindro, camisas, bielas, árbol de levas, sistema de distribución. Aprovechamiento de la energía del combustible: potencias en el combustible, efectiva e indicada, rendimientos efectivo, indicado y mecánico. Diagrama indicador: con y sin combustión, retardo a la inflamación, fases de la combustión. Distribución de la energía contenida en el combustible: gases de escape, refrigerante, combustión incompleta, pérdida de calor por conducción, convección y radiación, lubricante. Fracción de combustible inyectado y liberación de energía: inyección y presión en función del ángulo de giro.

TEMA 2. Sistema de Lubricación: Introducción. Pérdidas mecánicas en MCI. Potencia indicada y efectiva. Potencia consumida por fricción: trabajo de bombeo, resistencia entre piezas en movimiento, accionamiento de accesorios. Clasificación general de las pérdidas por fricción: entre superficies con lubricante intermedio, formación de la película entre superficies planas y en un muñón, turbulenta debido al flujo a través de orificios. Diagrama de Stribeck. Tipos de lubricación: de borde, intermedia e hidrodinámica. Lubricantes usados en MCI: función, propiedades deseables, aditivos, relación de desgaste, intervalos de cambio, análisis de aceite. Sistemas de Lubricación en MEC: componentes básicos, depósito, bomba, filtro, regulador, acondicionadores, intercambiador de calor, tubería.

TEMA 3. Sistema de Enfriamiento: Calentamiento del Motor: temperatura máxima del ciclo, vida útil del motor, temperaturas de pared. Diagrama de flujo de calor. Tipos de refrigeración: directa, indirecta, termosifón. Componentes del sistema de enfriamiento: tuberías, radiador, bomba, termostato, ventilador. Control de temperatura del MCI: temperatura óptima de funcionamiento. Métodos de control: regulación del paso de fluido entre el motor y el radiador, termostatos, ventilador embragable, persianas obturadas, sistemas mixtos. Características técnicas de los fluidos refrigerantes. Dimensiones y cálculo del radiador. Motores enfriados por aire.

TEMA 4. Sistema de Alimentación de Aire y de Combustible: Características de los combustibles: calidad y propiedades del combustible. Componentes básicos del sistema de suministro de combustible. Filtros: características, función y clasificación. Tuberías: alta y baja presión. Bombas de alimentación: membrana, pistones, engranajes y paletas. Suministro de aire a los cilindros del motor: generalidades, temperatura, requerimientos, limpieza, filtros.

TEMA 5. Características Reales de Trabajo en MCIA: Características reales de trabajo: fluido de trabajo, variación de p y T , transferencia de calor. Variación entre la riqueza y la potencia exigida: el proceso de formación de mezcla, el proceso de combustión, el régimen de trabajo. El ciclo de trabajo. Admisión: características, rendimiento volumétrico. Compresión: transferencia de calor, exponente politrópico. Combustión: inyección, turbulencia, retraso al encendido, inicio de la combustión, periodos de calentamiento, evaporación y difusión. Expansión: transferencia de calor, exponente politrópico. Escape: características. Parámetros efectivos del motor. Funcionamiento y estabilidad del motor.

TEMA 6. Sistema de Inyección en MEC: Los sistemas de suministro de combustible diesel: función, componentes básicos: bomba de inyección e inyectores. El proceso de liberación de calor: retardo a la inflación, fases de combustión premezclada, mezclada y retardada. Bombas de inyección en MEC: equipo de inyección diesel. Bombas en Línea: elementos principales, funcionamiento, cremallera. Bombas rotativas: elementos principales, proceso de admisión y descarga, circuito de suministro. Inyector bomba: funcionamiento, circuito de trabajo, características de regulación. Inyección con control electrónico. Regulación de la inyección durante condiciones de trabajo. Necesidad de regulación. Tipos de reguladores: mecánico, centrífugo, neumáticos e hidráulicos. Avance de la inyección: presión máxima en función del ángulo de la inyección, ángulos de avance. Variador del avance de la inyección: características, variador BOSCH. Bancos de ensayo para bombas de inyección: finalidad de la calibración, componentes, sincronización de la inyección: prueba estática y dinámica, determinación del punto de inyección, calado de la bomba: características, bombas de inyección en línea: tipos de pistón utilizados.

TEMA 7. Inyectores de MEC: Inyectores. Finalidad. Partes del inyector: porta-inyector, aguja y cuerpo. Funcionamiento de los inyectores: parámetros característicos, esquema de trabajo bajo condiciones de operación. Tipos de inyectores: efectos del combustible y tipo de cámara de combustión, tipo DN, tipo DL, PINTAUX, Inyector-Bomba. Mantenimiento de los inyectores: presión de calibración, limpieza, verificación de estanqueidad y pulverización y reparación. Desarrollo del cono de inyección: características, efecto de las propiedades del combustible en la temperatura de autoencendido. Impacto del atomizado del combustible: variación de presión en la línea de suministro en función del tiempo, inyecciones posteriores. Características del proceso de inyección. Factores que influyen en el proceso de inyección: bomba de inyección, tubería de impulsión e inyectores, suministro cíclico de combustible. Problemas.

TEMA 8. Cámaras de Combustión de MEC: Proceso de combustión en MEC: aspectos resaltantes del proceso, características básicas para su desarrollo, consecuencias del proceso de combustión. Diseño de la cámara de combustión: tiempo requerido para completar la combustión, condiciones para mezclado rápido y adecuado. Tipos generales de cámara de combustión: MEC con inyección directa (DI), MEC con inyección indirecta (IDI). Procesos de preparación de la mezcla: movimiento de torbellino y turbulencia. Cámaras de combustión: Abierta: aire en reposo o bajo torbellino, aire con medio torbellino, aire con alto torbellino, Dividida: precámara, cámara de turbulencia, celda de aire, celda de energía. Características del proceso de combustión: diagramas p - V en MEC DI y MEC IDI, comparaciones entre condiciones de trabajo en MEC.

TEMA 9. Modelo del Proceso de Liberación de Calor: Ecuaciones básicas y modelo para las especies: primera Ley de la Termodinámica, ecuación de estado, energía interna, riqueza de la mezcla, composición de las especies. El proceso de liberación de energía en el cilindro de MEC: modelo, limitaciones para la aplicación de la Primera Ley de la Termodinámica, eficiencia de la combustión, MEC DI: proceso de liberación de calor y fracción de masa quemada, MEC IDI: fracción de calor liberado. Análisis del proceso de liberación de calor: fases, combustión, diagrama de liberación de calor en MEC.

TEMA 10. Formación y Control de Contaminantes: Contaminantes en MCIA. Condiciones de trabajo que propician su formación: altas temperaturas, riqueza de la mezcla, apagado de la llama, combustión incompleta. Características de formación de contaminantes en MCIA. Factores que afectan y controlan la formación de contaminantes en el cilindro del MCIA: variación de la riqueza de la mezcla, empleo de técnicas de recirculación, modificación del avance de la chispa. Productos de combustión en MEC: factores que afectan la formación de NO, teoría cinética para el estudio de formación de los NO. Técnicas de recirculación de gases en MEC: EGR internos y EGR externos. Emisión de partículas en MEC: técnicas de medición, composición y estructura, distribución en el cilindro. Bases de la formación de las partículas de carbonilla: formación, crecimiento, oxidación, adsorción y condensación. Trampas para partículas.

TEMA 11. Sobrealimentación en MEC: Aspectos generales de la sobrealimentación: potencia de sobrealimentación, limitaciones, componentes básicos del sistema de sobrealimentación. Compresores:

centrífugo, volumétrico, alternativo. Condiciones del aire aspirado. Turbinas: transformación de la energía de los gases de escape: admisión total y parcial. Acople entre el compresor y la turbina: índice del turboalimentador, selección gráfica basada en el incremento de potencia efectivo deseado. Grupo turbocompresor. Curvas características del MCIA y del compresor: zona del trabajo. Sistemas de sobrealimentación: con presión constante y variable, por compresor accionado mecánicamente.

TEMA 12. Búsqueda de Fallas del Motor: Consejos para buscar las fallas. Motor en marcha lenta. Pasos consecutivos para buscar las fallas. Procedimiento general para buscar las fallas en el motor. Color del humo de escape. Detectar el humo del escape. Revisión del sistema de combustible. Pruebas principales del motor. Tablas para búsqueda de fallas.

Asignatura: FUNDAMENTOS DE COMBUSTION
Prelaciones: MOTORES DE COMBUSTION INTERNA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECANICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC903
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Dominar los términos relacionados con propiedades de los combustibles. Dominar los términos y definiciones empleados en reacciones químicas. Manejar los conceptos básicos de transferencia de masa. Conocer y manejar los mecanismos de reacción elementales y globales. Manejar y aplicar las ecuaciones para conservación de flujos reactantes. Conocer y aplicar la teoría de los diversos tipos de llamas. Dominar y aplicar los conceptos de combustión con llamas premezcladas y difusivas.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

TEMA 1. Teoría sobre Combustibles: Combustibles gaseosos. Propiedades de los combustibles gaseosos: análisis volumétrico, densidad, poder calorífico. Combustibles líquidos. Propiedades de los combustibles líquidos: poder calorífico, gravedad específica, viscosidad, punto de evaporación, temperatura de autoencendido, número de Octano, retardo a la inflamación, número de Cetano. Tipos de combustible líquido. Calidad de la gasolina. Emisiones de la gasolina. Calidad del combustible diesel. Emisiones del combustible diesel. Combustibles sólidos: biomasa, carbón, residuos.

TEMA 2. Termodinámica de la Combustión: Repaso de relación entre propiedades: extensivas e intensivas, ecuación de estado, ecuaciones energía interna y entalpía, mezcla de gases ideales, calor latente de vaporización. Usos de la primera ley para sistemas a volumen y presión constante. Estequiometría de la combustión. Entalpía de formación. Entalpía de combustión y poder calorífico. Temperatura de llama adiabática. Equilibrio químico: función de Gibbs, sistemas complejos. Productos de combustión en equilibrio: equilibrio total, reacción agua-gas, efectos de presión. Aplicaciones.

TEMA 3. Transferencia de Masa: Herramientas de transferencia de masa: Ley de difusión de Fick: condiciones de restricción, coeficiente de difusión. Conservación de especies: para un volumen de control, condiciones iniciales y de borde. Comparaciones con el proceso de transferencia de calor por conducción. Aplicaciones de transferencia de masa: condiciones de frontera líquido-vapor, evaporación de una gota.

TEMA 4. La Cinética Química de la Combustión: Razón de formación de especies químicas. Ley de Acción de Masa. Ecuación de Arrhenius. Razón de reacción. Reacciones elementales de combustión: reacción de primer orden, reacción bimolecular, reacción de tercer orden. Reacciones consecutivas. Razón de reacción para mecanismos multietápicos: producción neta, relación entre las constantes de reacción y de equilibrio químico, aproximación de estado estable. Reacciones globales de combustión: un paso y dos pasos. Oxidación del monóxido de carbono. Cinemática de los óxidos de nitrógeno: mecanismos de Zeldovich.

TEMA 5. Relación Química Termodinámica de los Sistemas Reactantes: Reactor con masa fija y presión constante: aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor con masa fija y volumen constante: aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor ideal (Well-Stirred): aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor de flujo: aplicación de la Ley de Conservación de Masa.

TEMA 6. Ecuaciones de Conservación para Flujos Reactantes:

Ecuación de conservación de masa. Ecuación de conservación de especies. Ecuaciones de conservación de momento: unidimensional y bidimensional. Ecuación de conservación de energía: forma general unidimensional, formas de Shvad-Zeldovich. Propiedad escalar: fracción de mezcla, conservación de fracción de mezcla, ecuación de energía escalar.

TEMA 7. Teoría sobre Llamas Laminas Premezcladas: Descripción física: definición, características principales, llamas de laboratorio. Análisis simplificado sobre la teoría de llamas laminas: suposiciones, leyes de conservación (masa, especies y energía). Factores que afectan la velocidad y espesor de las llamas laminas: temperatura, presión, riqueza, combustible. Correlaciones de velocidad de llama laminar. Apagado de

llama. Límites de inflamabilidad. Encendido: análisis simplificado, efectos de la presión y temperatura.

TEMA 8. Teoría sobre Llamas Laminas Difusivas: Jet de densidad constante no reaccionante: descripción física, suposiciones, leyes de conservación (masa, especies y energía), condiciones de borde. Descripción física del jet. Suposiciones iniciales, leyes de conservación (masa, especies y energía), relaciones adicionales, intento de solución empleando el método escalar: fracción de mezcla, entalpía absoluta, ecuaciones adimensionales, suposiciones adicionales, relaciones de estado. Métodos de solución. Longitud de la llama. Factores que afectan la longitud de la llama: geométricos, razón de flujo, Estequiometría de la mezcla.

Asignatura: **TECNOLOGÍA ENERGÉTICA**
Preelaciones: TERMODINAMICA II Y PRODUCCIÓN I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC904
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	1	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Hacer que el estudiante tenga una visión global y conjunta sobre las transformaciones energéticas y sobre la administración de la misma.

UNIDAD I: CONCEPTOS GENERALES.

TEMA 1. Definiciones y conceptos: Introducción. Definiciones y conceptos: Visión global, consumo, generación, orden de magnitud, sectores, eficiencia, costos de la energía.

TEMA 2. Industria y Energía: Uso de la energía en la Industria. Uso de la energía en el campo. Uso doméstico de la energía. Energía y bienes de servicio.

TEMA 3. Energía Térmica: Introducción. Fundamentos de calderas, Quemadores, Hornos, Cámaras de combustión. Secadores, intercambiadores de calor. Máquinas térmicas generadoras. Máquinas térmicas motoras. Máquinas refrigeradoras.

TEMA 4. Energía Hidráulica Introducción. Máquinas hidráulicas generadoras. Máquinas hidráulicas motoras. Transmisión de energía eléctrica.

TEMA 5. Energía Eléctrica. Introducción. Motores Eléctricos. Generadores eléctricos. Transformadores eléctricos. Iluminación. Transmisión de energía eléctrica.

TEMA 6. Cogeneración: Introducción. Aspectos Generales. Instalaciones de cogeneración.

TEMA 7. Energía asociada al Transporte de personas y mercancías: Introducción. Transporte aéreo. Transporte terrestre. Transporte marítimo.

TEMA 8. Energía Eólica: Introducción. Disponibilidad. Aprovechamiento. Utilización. Generadores Eólicos.

TEMA 9. Energía Solar: Introducción. Disponibilidad. Aprovechamiento. Colectores solares, planos y concentradores. Conversión directa: celdas fotovoltaicas.

TEMA 10. Pilas de Combustible: Introducción. Conceptos fundamentales. Aprovechamiento.

TEMA 11: Energía y medio ambiente: Introducción. Impacto Ambiental. Contaminación. Desarrollo sostenible.

TEMA 12. Plan Energético Nacional: Objetivos de la Planificación. Antecedentes del sector energético. Características del sector energético. Bases fundamentales.

TEMA 13. La Energía en el mundo: Antecedentes. Características.

TEMA 14. Perspectivas futuras: Energía y crecimiento. Tecnologías futuras.

Asignatura: BOMBAS
Prelaciones: TURBOMÁQUINAS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC905
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	6	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVO GENERAL

Enseñar al estudiante la selección, colocación, diseño y mantenimiento de bombas centrífugas, rotodinámicas y de desplazamiento positivo.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Introduccion: Introducción. Comparación de turbomáquinas con máquinas rotodinámicas y de desplazamiento positivo. Punto de funcionamiento, casos particulares en detalle. Acoplamiento en serie y paralelo, análisis de situaciones de inestabilidad en el funcionamiento, diagramas de rendimiento. Curvas de explotación. Repaso de triángulos de velocidad, máquinas axiales y centrífugas.

TEMA 2: Turbobombas: Clasificación y diseño para turbobombas. Clasificación según los elementos de construcción. Cálculo de los tamaños principales. Diseño de rodetes radiales, semiradiales y axiales con sus álabes. Diseño mecánico. Coronas de difusores y directrices. Cálculo del diámetro óptimo de la toma. Cálculo del diámetro de salida y de la componente tangencial de la velocidad absoluta. Cálculo del ancho de salida. Materiales de construcción según el tipo de aplicación y el fluido impulsado.

TEMA 3: Cavitacion: Fenómenos de cavitación y bamboleo. Características del fenómeno de cavitación en bombas. Sus efectos sobre el material. Definición de carga neta positiva de succión (NPSN) altura crítica y su determinación. Factores que influyen en la colocación. Fenómeno de bamboleo en ventiladores. Influencia del ángulo de descarga.

TEMA 4: Bombas rotodinamicas: Bombas de desplazamiento positivo. Reciprocantes y rotativas. Tipos. Características y principios básicos de funcionamiento. Clasificación. Materiales. Aplicaciones.

TEMA 5: Selección: Bombas y su selección. Normas. Selección de velocidad. Posición óptima del punto de trabajo. Influencia de la forma de la curva característica sobre la selección. Especificaciones. Estimación de costos. Cálculo de rendimiento del sistema.

TEMA 6: Aplicación: Aplicación de bombas. Bombas. Aplicaciones industriales: industria química, plantas termoeléctricas y sistemas de suministro, agua potable, etc. Bancos de pruebas.

TEMA 7: Equipos y auxiliares: Accesorios y equipos para bombas. Tipos de sellados. Tuberías auxiliares. Tipo de acoplamiento. Regulación de caudal y controles. Válvulas. Modo de accionamiento de motores. Arrancadores y su escogencia.

TEMA 8: Mantenimiento: Aplicación de ideas básicas de mantenimiento en bombas. Ampliar y concretar.

Asignatura: VENTILACION
Prelaciones: TURBOMÁQUINAS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC906
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVO GENERAL

Que el estudiante conozca los principios fundamentales del diseño y mantenimiento de los sistemas de ventilación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I: CONCEPTOS GENERALES.

TEMA 1: Principios Generales de Ventilación: Introducción. Definiciones Básicas. Principios de flujo de aire. Sistemas de Impulsión. Sistemas de Expulsión.

TEMA 2: Principios Generales de Dilución: Principios de ventilación por dilución. Dilución para protección de la salud. Dilución para prevenir incendios. Dilución para control térmico. Renovación y Recirculación.

UNIDAD II: ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

TEMA 3: Ventiladores: Introducción. Definiciones básicas. Clasificación. Fundamentos teóricos de funcionamiento de ventiladores. Prediseño de ventiladores. Curvas características de ventiladores.

TEMA 4: Equipos de depuración de aire: Equipos de captación de polvo. Depuración de niebla, gases y vapores.

TEMA 5: Equipos de Transporte de Aire: Diseño, selección y cálculos de ductos. Diseño y selección de rejillas y difusores. Aislamiento de ductos. Anclaje de ductos. Diseño y selección de campanas de extracción. Equipos auxiliares.

UNIDAD III: INSTALACIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

TEMA 6: Instalación: Fundamento de instalación de ductos. Ventiladores y equipos auxiliares.

TEMA 7: Mantenimiento: Fundamentos de mantenimiento de ductos, ventiladores y equipos auxiliares.

TEMA 8: Pruebas: Fundamentos de pruebas y medidas.
 Instrumentos requeridos para pruebas.

Asignatura: COMPRESORES
Prelaciones: TURBOMÁQUINAS, ELEMENTOS DE MAQUINAS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC907
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Conocer los diferentes tipos de compresores que se fabrican actualmente. Procedimientos de selección en función de su aplicación. Procedimientos de Instalación. Operación y Mantenimiento.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción a Compresores: Propósitos y Métodos de compresión, Tipos de Compresores, Principios de operación.

TEMA 2. Aplicación de Teoría: El uso de la teoría en la solución de problemas prácticas usando los principales tipos de compresores. Influencia de las variables sobre el diseño de la máquina y las características de gas.

TEMA 3. Compresores Reciprocantes: Clasificación y arreglos, fundamentos de diseño y materiales y construcción, control de capacidad, tuberías.

TEMA 4. Compresores Rotativos. Vano Deslizante: Tipos. Unidades enfriadas de agua. Detalles de diseño. Accesorios. Diseño por inundación de aceite.

TEMA 5. Compresores Rotativos. Vano Deslizante: Características. Capacidades y limitaciones. Detalles de diseño. Control de Capacidad. Tuberías y accesorios.

TEMA 6. Compresores Dinámicos: Definiciones. Tipos. Aplicaciones. Detalles de diseño centrífugo. Regulación y Control. Unidades de flujo axial.

TEMA 7. Compresores Térmicos: Características y aplicaciones.

TEMA 8. Selección de Compresores: Tipos de aplicaciones. Factores involucrados en la potencia y tipo de gas y condiciones. Tipos de conductores.

TEMA 9. Instalación, Operación y Mantenimiento de Compresores: Ubicación. Fundaciones. Limpieza de tuberías. Accesorios. Arranques. Tablas de fallas. Paradas largas. Registros.

Asignatura: TURBINAS HIDRÁULICAS
Prerelaciones: TURBOMÁQUINAS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC908
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	0	4	
Horas / semestre	54	18	0	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Estudiar la teoría fundamental sobre las características de operación de las turbinas hidráulicas rotativas, los mecanismos físicos que sustentan el fenómeno de transferencia de energía y las relaciones matemáticas que permiten llevar a cabo los cálculos inherentes a los procesos involucrados. También se pretende que el estudiante conozca aplicaciones específicas de estos tipos de turbinas y la relación existente entre éstas y los recursos hidráulicos naturales.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Turbinas hidráulicas de reacción de flujo radial. Turbina Francis: Definición y características generales de las turbinas hidráulicas. Coeficiente de utilización. La turbina Francis. Órganos principales de una turbina Francis. Expresión de la energía transferida. Grado de reacción. Variación de la presión y de la velocidad del agua en una turbina de reacción. Análisis de los diagramas de velocidades a la entrada y a la salida del rotor. Proporción en las dimensiones en una turbina Francis en relación con la velocidad específica. Regulación de la potencia. El distribuidor. Alimentación de las turbinas de reacción. El caracol. Tubo de desfogue: función, forma, altura de aspiración y rendimiento. Parámetro de cavitación y posición de las turbinas de reacción respecto al nivel de aguas abajo. Ensayos sobre modelos. Diagramas topográficos. Transposición de rendimientos. Determinación del tipo y características de las turbinas de un aprovechamiento hidráulico.

TEMA 2. Turbinas hidráulicas de reacción de flujo axial. Turbina Kaplan. Características generales de la turbina Kaplan. Órganos principales de una turbina Kaplan. Expresiones de la energía transferida, del grado de reacción y del factor de utilización. Diagramas de velocidades a la entrada y a la salida de los alabes del rotor. Proporción en las dimensiones en las turbinas Kaplan y de Hélice. Alimentación, regulación y desfogue en la turbina Kaplan. Valores del parámetro de cavitación en la turbina Kaplan. Diagrama topográfico de la turbina Kaplan. Turbinas BULBO, TUBULARES y de POZO, para cargas mínimas y grandes caudales.

TEMA 3. Turbinas hidráulicas de impulso. Turbina Pelton.: Peculiaridad de las turbinas de impulso. La turbina Pelton. Turbinas Pelton de eje horizontal y eje vertical. Características constructivas del rodete Pelton. Número de alabes. Forma y dimensiones de los alabes. Diagramas vectoriales y expresión de la energía transferida en función del ángulo β . Condición para la máxima utilización de la energía del agua. Conjugación del diámetro de la rueda y de la velocidad de giro. Coeficientes de velocidad. El inyector: órgano de alimentación, de regulación y de conversión de energía. El deflector. Número de chorros por rueda en función de la carga y de la velocidad específica. Diagrama topográfico del modelo reducido que permite deducir las características de operación de la turbina Pelton prototipo.

TEMA 4. Acoplamiento fluido: El sistema bomba-turbina como base del acoplamiento fluido en la transmisión de un momento de giro. Características de operación. El convertidor de par. Combinación del acoplamiento fluido y del convertidor de par.

TEMA 5 Aprovechamientos hidráulicos. Saltos de agua: El aprovechamiento de la energía del agua. Los saltos de agua. Previsión de caudales. Aforos. Tipos de saltos de agua. Azud o presa derivadora. Canales. Toma de agua. Bocal y regulador. Tuberías de presión. Golpe de ariete. Dispositivos de cierre de las tuberías. Válvulas. Rejillas. Presas de embalse. Tipos de presas de embalse. Presas de tierra. Presas de enrocamiento y escollera. Presas de gravedad. Presas-bóveda. Planta o casa de máquinas. Plantas maremotrices. Esquema de una planta hidroeléctrica.

Asignatura: TURBINAS DE GAS
Prelaciones: TURBOMÁQUINAS
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC909
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Comprender el diseño, operación. Funcionamiento y mantenimiento de las turbinas de gas.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción: Ciclos abiertos de turbinas de simple y de doble eje. Componentes de los ciclos de turbinas de gas. Ciclos cerrados. Turbinas de propulsión. Aplicaciones. Procedimientos de diseño.

TEMA 2. Termodinámica de flujo compresible: Tratamiento cualitativo de los efectos de compresibilidad. Ecuaciones de un gas perfecto en tuberías de área constante con roce despreciable y con transferencia de calor. Flujo adiabático en tuberías de área constante y con roce. Ondas de choque normal y oblicuo.

TEMA 3. Ciclo bryton: Ciclo Bryton real. Parámetros de rendimiento. Ciclos reales con refrigeración intermedia. Rendimiento. Ciclos reales con calentamientos intermedios. Rendimientos. Ciclos regenerativos.

TEMA 4. Compresores centrífugos: Descripción. Trabajo y aumento de presión. El difusor. Efectos de compresibilidad. Parámetros adimensionales. Características del compresor. Rendimientos.

TEMA 5. Compresores axiales: Descripción. Teoría. Grado de reacción. Comparación con turbinas axiales. Flujo tridimensional. Método simple de diseño de álabes. Cálculo del rendimiento por etapas. Rendimiento total. Efectos de compresibilidad. Características del compresor axial. Enfriadores intermedios. Compresión húmeda.

TEMA 6. Camara de combustión: Descripción. Geometría de los sistemas de combustión, factores que afectan su diseño. Procesos de combustión. Características de operación.

TEMA 7. Turbinas axiales: Descripción. Funcionamiento de turbinas axiales. Teoría de vórtice. Diseño de vórtice libre. Diseño de toberas de ángulo constante. Ecuaciones de perfil de alabes y cuerdas. Alabes convencionales. Aproximación teórica en la determinación de perfiles de alabes y la relación parocuerda. Estimación de rendimiento por etapas. Rendimiento total. Enfriamiento. Análisis de esfuerzos en los alabes del rotor.

TEMA 8. Turbinas radiales: Descripción. Generalidades. Turbinas de flujo mixto. El caracol. Efecto de la relación de los radios. Turbinas radiales con rotor en cantiliver. Admisión parcial. Características de comportamiento. Efectos de las variables geométricas.

TEMA 9. Turbinas de aviación: Descripción. Reactores. Impulso. Rendimiento. Consumo específico de combustible. Difusor. Estado reactor. (ranjet). Pulso reactor. Endoreactor. Turbo reactores, simples y compuestos. Comportamiento de turborreactores de acuerdo a su uso.

TEMA 10. Selección, instalación, mantenimiento: Criterios de selección, instalación y mantenimiento de los equipos de turbinas de gas.

Asignatura: INTRODUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE CRUDO Y GAS **Código:** IMC910
Prelaciones: MECÁNICA DE FLUIDOS II Y TERMODINÁMICA II **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los aspectos básicos de las ecuaciones de transporte de masa y momento que gobiernan los fenómenos de flujo en medios poroso y producción petróleo y gas. Comprender los fundamentos de la producción de crudo-gas en la industria petrolera.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Fundamentos de Flujo de Dos Fases: Introducción. Métodos de análisis. Patrones de flujo.

TEMA 2: Ecuaciones Básicas del Flujo de Dos Fases: Introducción. El modelo homogéneo. El modelo de flujo separado. El modelo de Lagrange.

TEMA 3: Introducción a la Ingeniería de Yacimientos: Introducción. Permeabilidad. Saturación. Diagrama de fase de los yacimientos. Comportamiento del flujo de entrada. Índice de productividad.

TEMA 4: Gradiente de Presión en Flujo de Dos Fases: Introducción. Correlaciones de flujo vertical: Poettman y Carpenter, Hagedorn y Brown, Duns y Ros. Correlaciones de flujo horizontal: Dukler, Eaton, Beggs y Brill. Modelos mecánicos.

TEMA 5: Análisis del Sistema de Producción: Introducción. Flujo a través de restricciones y componentes de tubería. Análisis Nodal del sistema de producción.

TEMA 6: Métodos de Levantamiento Artificial: Introducción. Bombeo mecánico. Levantamiento con gas. Bombeo centrífugo electrosumergible.

TEMA 7: Procesos de Separación: Introducción. Separadores convencionales y compactos. Criterios de diseño, selección y operación.

Asignatura: **INSTALACIONES TERMICAS**
Prelaciones: MECÁNICA DE FLUIDOS II, TERMODINÁMICA II,
 TRANSFERENCIA DE CALOR
Tipo: MATERIA ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC911
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

Conocer los componentes de varios tipos de instalaciones térmicas. Conocer normas y métodos de diseño de las instalaciones de gas, aire comprimido, vacío, vapor y ventilación.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. PRESENTACION DE PROYECTOS

TEMA 1. Presentación de proyectos

Componentes del informe final de un proyecto. Memoria descriptiva, cálculos de apoyo, especificaciones técnicas, cómputo de materiales y planos de construcción.

UNIDAD II. DISEÑO DE INSTALACIONES

TEMA 2. Instalaciones de gases combustibles y medicinales : Características de los gases particulares. Envases y accesorios de almacenamiento. Totalización de consumos. Diseño de sistemas de distribución (trazado y dimensionamiento). Accesorios de distribución y suministros.

TEMA 3. Instalaciones de aire comprimido y vacío: Componentes de la instalación. Definición y totalización de consumos. Determinación del equipo de compresión y vacío y sus accesorios. Diseño del sistema de conducción (trazado y dimensionamiento). Accesorios de distribución y suministros.

TEMA 4. Instalaciones de vapor: Componentes de la instalación. Definición y totalización de consumos. Selección de calderas y equipo auxiliar. Diseño del sistema de distribución de vapor y drenaje de condensado. Accesorios (Aislamientos, trampas de vapor, válvulas, etc.)

Asignatura: SISTEMAS TERMICOS **Código:** IMC912
Prelaciones: TRANSFERENCIA DE CALOR, PROGRAMACIÓN DIGITAL **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERIA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	0	0	3	
Horas / semestre	54	0	0	54	3

OBJETIVOS GENERALES

Simulación y optimización de sistemas térmicos. Implementación, diseño, desarrollo e implementación de programas computacionales para simular y optimizar sistemas térmicos.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Generalidades del diseño en ingeniería: Diseño de Ingeniería. Introducción. Decisiones. Necesidad y oportunidad. Criterio de éxito. Probabilidad de éxito. Análisis de mercado. Factibilidad. Investigación y desarrollo. Iteraciones. Optimización de la operación. Diseño Técnico. Sumario.

TEMA 2: Sistemas factibles vs. sistemas ideales: Diseño de un sistema factible. Introducción. Sistema factible. Pasos para obtener un sistema factible. Creatividad en el concepto de selección. Sistema factible y sistema óptimo. Preliminares al estudio de optimización.

TEMA 3: Ajuste de ecuaciones: Introducción. Componente de simulación. Representaciones por Polinomios. Polinomios de una variable en función de otra variable y $n+1$ puntos de datos. Resolución de ecuaciones lineales simultáneas. Simplificaciones cuando la variable independiente esté uniformemente espaciada. Interpolación de Lagrange. Método de los mínimos cuadrados.

TEMA 4: Modelaje de equipos térmicos: Intercambiadores de calor. Evaporadores. Condensadores. Bombas. Ventiladores. Turbomáquinas. Mezclas binarias. Condensación.

TEMA 5: Simulación de sistemas térmicos: Introducción. Clases de sistemas. Información en diagrama de flujo. Cálculos simultáneos y secuenciales. Sustitución sucesiva. Solución de ecuaciones simultáneas no lineales. Newton-Raphson con una ecuación y una incógnita. Newton-Raphson con varias variables. Conjunto de ecuaciones simultáneas. Sumario.

TEMA 6: Optimización de sistemas térmicos: Introducción. Niveles de optimización. Representación matemática de problemas de optimización. Sistema de agua fría. Procedimientos de optimización. Métodos de análisis. Multiplicadores de Lagrange. Métodos de búsqueda. Programación dinámica, geométrica y lineal.

TEMA 7: Multiplicadores de lagrange: Introducción. Optimización sin y con restricciones. Método de multiplicadores de Lagrange. Vector gradiente. Mecanismos de optimización utilizando los multiplicadores de Lagrange. Visualización del método de multiplicadores de Lagrange. Máximo ó mínimo.

TEMA 8: Métodos de búsqueda: Introducción. Funciones unimodales. Intervalo de incertidumbre. Búsqueda exhaustiva, dicotómica. Fibo Nacci y de sección durada. Búsqueda con varias variables. Líneas de contorno. Búsqueda retardada y univariable. Métodos del más grande ascenso (descenso). Otros.

TEMA 9: Programación dinámica: Introducción. Problemas de Sistemas térmicos con programación dinámica.

TEMA 10: Programación geométrica: Introducción. Tipos de problemas que pueden ser resueltos con programación geométrica. Grados de dificultad. Optimización con y sin restricciones. Optimización condicionada con cero grado de dificultad.

TEMA 11: Programación lineal: Introducción. Ejemplos de programación lineal. Expresión matemática del problema en programación lineal. Desarrollo de la expresión matemática. Visualización geométrica del problema en programación lineal. Introducción de variables falsas. Determinación de valores óptimos resolviendo ecuaciones simultáneas. Introducción del método simplex para un problema de maximización con restricciones. Presentación de ecuaciones en tablas. El algoritmo simplex. Introducción de función objetivo en la tabla. Interpretación geométrica de la tabla. Número de variables y condiciones. Minimización con varios tipos de restricciones.

Asignatura: AIRE ACONDICIONADO
Prelaciones: TERMODINAMICA I I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC913
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Conocer aspectos sobre los componentes y el diseño de sistemas de aire acondicionado para confort humano.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CARGA TERMICA

TEMA 1. Introducción: Procesos del ciclo de refrigeración, componentes, diagramas, coeficiente de funcionamiento. Equipo de aire acondicionado, de expansión directa, por agua helada, monozona, multizona

TEMA 2. Psicrometría : Aire. Aire atmosférico. Temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo, de punto de rocío, de saturación adiabática. Humedad específica. Granos de humedad. Humedad relativa. Carta psicrométrica, variables, construcción. Calor sensible. Calor latente. Enfriamiento o calentamiento sensible, humidificación, deshumidificación, mezcla de dos cantidades de aire. Enfriamiento en serpentín. Secado químico. Factores de calor sensible y latente.

TEMA 3. Condiciones de Diseño: Confort. Indices de confort. Condiciones interiores de diseño. Temperaturas, humedades. Criterios térmicos y económicos. Condiciones exteriores de diseño, mes y día de diseño. Influencia de las variaciones climáticas, vientos y su origen. Variaciones estacionales y diarias de la temperatura y la humedad.

TEMA 4. Carga Térmica: Carga de aire acondicionado. Calor sensible. Calor Latente. Indices para el primer estimado de cargas. Cálculo de calores usando Excel. Calor por radiación. Calor por conducción en paredes exteriores. Calor por conducción en vidrio. Calor por conducción en paredes interiores. Calor por aire introducido, infiltración, ventilación. Calor por ocupantes. Calor por iluminación artificial. RSH. RLH. BF. OAH. ERH, EHF. TADP. Calor por equipos. Calor por el equipo de AA. Calor por ductos. Calor por la bomba de agua fría. Factores de seguridad. Factor de simultaneidad. Carga conjunta y particular del diseño. CFM del aparato. CFM de aire exterior. CFM aire de retorno. TM. TSS. GRH. Diagrama psicrométrico de la instalación. Ejemplo de cálculo.

TEMA 5. Ductos: Ductos de suministro y de retorno. Materiales constructivos. Rejillas, difusores y rejillas de retorno. Consideraciones para el trazado de ductos. Requerimientos de una buena distribución de aire. Diseño de ductos de suministro y de retorno por el método de igual fricción usando Excel. Cálculo de la caída de presión en los ductos. Selección de rejillas de suministro y retorno. Selección del ventilador. Ejemplo de cálculo.

TEMA 6. Presentación de Proyectos: Introducción. Normas para presentación de proyectos ante organismos del estado. Normas para el informe, memoria descriptiva, muestra de cálculos, base teórica para los cálculos, tablas resumen de cálculos y parámetros usados, cómputos métricos, presentación de planos, especificaciones generales y de los equipos, conclusiones. Criterios para establecer los honorarios profesionales.

UNIDAD I I. DISEÑO DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

TEMA 7. Aire Acondicionado por Expansión Directa: Definición. Esquema básico de componentes. Equipo de AA de ventana. Equipo de AA compacto. Equipo de AA split. Equipo de AA multisplit. Unidad evaporadora. Unidad condensadora. Aplicaciones y procedimiento de selección de equipos.

TEMA 8. Proyecto de Sistema de Expansión Directa: Cálculo de carga térmica para equipos de expansión directa. Zonificación. Trazado y dimensionamiento de ductos. Selección del equipo, de la unidad evaporadora, de la unidad condensadora de los ventiladores. El estudiante debe realizar todas las actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de aire acondicionado por expansión directa. El

informe debe cumplir con las normas de presentación de proyectos ante organismos del estado, realizarse en computadora, entregarse encuadernado, contener planos en Autocad y simplificación de cálculos usando Excel.

TEMA 9. Aire Acondicionado por Agua Helada: Definición. Esquema básico de componentes. Características del agua de enfriamiento. Chiller. Fan-coil. Unidad manejadora de aire. Tanque de expansión. Torre de enfriamiento. Sistema de flujo variable. Sistema de flujo constante. Sistema de retorno directo. Sistema de retorno inverso. Diferentes arreglos para compensar las variaciones de carga usando varios evaporadores, varias bombas, derivaciones, arreglos en el condensador. Aplicaciones y procedimiento de selección de equipos.

TEMA 10. Tuberías: Diseño de tuberías de agua fría. Materiales y especificaciones. Válvulas y aplicación. Aislamiento, fijación, expansores. Sistemas abiertos y cerrados. Aliviadores y tanques de expansión. Altura de bombeo. Longitudes equivalentes de accesorio. Velocidades y caídas de fricción recomendables. Trazado y dimensionamiento de la tubería. Selección de la bomba. Ejemplo de cálculo.

TEMA 11. Proyecto de Sistema de Agua Helada: Cálculo de carga térmica para equipos de agua helada. Zonificación, Trazado y dimensionamiento de ductos. Selección del Chiller, UMAS, fancoil, torre de enfriamiento. Trazado y dimensionamiento de tuberías. Selección de las bombas, del tanque de expansión. El estudiante debe realizar todas las actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de aire acondicionado por agua helada. El informe debe cumplir con las normas de presentación de proyectos ante organismos del estado, realizarse en computadora, entregarse encuadernado, contener planos en Autocad y simplificación de cálculos usando Excel.

UNIDAD III. COMPONENTES DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

TEMA 12. Componentes de Equipos de Aire Acondicionado: Compresor centrífugo, rotativo, alternativo, hermético, abierto, semihermético. Evaporador de aleta y tubo, de carcaza y tubo. Condensador de aleta y tubo, de carcaza y tubo. Tubo capilar, selección. Válvula de expansión termostática, con igualador interno, con igualador externo, con distribuidor, selección.

TEMA 13. Refrigerantes: Definición. Nomenclatura. Propiedades termodinámicas y otras propiedades importantes de R12, R134a, R22, R502 y R717. Rango de aplicación. Consideraciones para la selección de un refrigerante. Criterios para determinar la cantidad de refrigerante que debe poseer un equipo, Técnicas para detectar fugas de refrigerantes. Influencia de los refrigerantes sobre la capa de ozono. Comparación entre el R12 y el R134a.

TEMA 14. Aislantes y Tubería de Refrigerante: Aislantes. Definición. Características de los principales aislantes. Aislantes usados en ductos de aire y tubería de refrigerante. Factores a tomar en cuenta para la selección del aislante. Espesor óptimo de aislante. Espesores comunes. Procedimiento de selección del espesor de aislante. Tubería. Materiales más usados en tubería de refrigerante. Tuberías de succión, de líquido, Tablas de dimensionamiento. Tabla de longitudes equivalentes. Tablas de corrección por velocidad y capacidad. Procedimiento para dimensionar la tubería.

TEMA 15. Ventiladores: Centrífugos, axiales de hélice, vena-axiales, vena-axiales con aletas directrices. Curvas de funcionamiento, presión estática, caudal, RPM, potencia, eficiencia. Tabla de capacidad. Selección del ventilador

TEMA 16. Accesorios: Presostato de alta. Presostato de baja. Termostato. Trampa de aceite. Visor. Amortiguador. Filtro. Filtro secador. Depósito de refrigerante.

TEMA 17. Visitas: Visita a una instalación de aire acondicionado por expansión directa y a otra por agua helada.

Asignatura: REFRIGERACIÓN
Prelaciones: TERMODINÁMICA I I
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC914
Período: NOVENO

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

OBJETIVOS GENERALES

Conocer aspectos sobre refrigeración y cálculo de instalaciones frigoríficas.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CICLOS DE REFRIGERACION

TEMA 1. Ciclo por Compresión de vapor: Ciclo de Carnot. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo estándar. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo Real. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento.

TEMA 2. Otros Ciclos: Ciclo de Absorción. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo en Cascada. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo de Aire. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo Claude. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo Linde. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento.

UNIDAD II. COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACION

TEMA 3. Compresor: Aerodinámicos. Centrifugo. Axial. Desplazamiento positivo. Rotativo de excéntrica. Rotativo de paletas. De tornillo. De engranajes. Alternativos. Hermético. Abierto. Semihermético.

TEMA 4. Evaporador: Para enfriar líquidos. Para enfriar gases. Para congelar. De aleta y tubo. De placa. De carcasa y tubo. Multitubulares. Descarche por resistencia eléctrica. Descarche por inversión. Selección del evaporador.

TEMA 5. Condensador: De calor sensible. De calor latente. De aire con convección natural. De aire con convección forzada. De agua con carcasa y tubo. De agua multitubulares. Evaporativos atmosféricos. Evaporativos forzados. Torre de enfriamiento.

TEMA 6. Dispositivo de Expansión: Tubo capilar. Selección. Válvula de expansión. Termostática. Con igualador interno. Con igualador externo. Con distribuidor. Selección

TEMA 7. Refrigerantes: Tubo d Definición. Nomenclatura. Propiedades termodinámicas y otras propiedades importantes de R12, R134a, R22, R502 y R717. Rango de aplicación. Consideraciones para la selección de un refrigerante. Criterios para determinar la cantidad de refrigerante que debe poseer un equipo, Técnicas para detectar fugas de refrigerantes. Influencia de los refrigerantes sobre la capa de ozono. Comparación entre el R12 y el R134a.

TEMA 8. Aislantes y Tubería: Aislantes. Definición. Características de los principales aislantes. Aislantes usados en cavas y tubería de refrigerante. Barrera de vapor. Materiales usados. Factores a tomar en cuenta para la selección del aislante. Espesor óptimo de aislante. Espesores comunes. Procedimiento de selección del espesor de aislante. Tubería. Características de los materiales más usados en tubería de refrigerante. Tuberías de descarga, de líquido, Tablas de dimensionamiento. Tabla de longitudes equivalentes. Tablas de corrección por velocidad y capacidad. Procedimiento para dimensionar la tubería.

TEMA 9. Accesorios: Presostato de alta. Presostato de baja. Termostato. Trampa de aceite. Visor. Amortiguador. Filtro. Filtro secador. Depósito de refrigerante.

UNIDAD III. CUARTOS FRIOS

TEMA 10. Cavas: Cavas de enfriamiento. Cavas de congelamiento. Cavas fijas. Detalles de paredes, techos y pisos, desagües, instalaciones eléctricas. Cavas prefabricadas.

TEMA 11. Carga Térmica: Introducción. Criterios para decidir las dimensiones y el tipo de cava. Distribución de la carga. Carga por paredes, por aire exterior, por iluminación, por ocupantes, por productos, equipos, etc. Especificación de los equipos. Uso de hoja de cálculo para la carga térmica.

TEMA 12. Proyecto: Introducción. Presentación de proyectos ante organismos del estado. Normas para el informe, memoria descriptiva, cálculos métricos, presentación de planos, especificaciones generales y de los equipos. Criterios para establecer los honorarios profesionales. El estudiante debe realizar todas las actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de cuarto frío de magnitud mediana, utilizando equipos de expansión directa.

CONTENIDO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Ciclo de Refrigeración: Conocimiento y familiarización con equipo didáctico de refrigeración.

PRÁCTICA 2. Análisis de Fallas. Parte 1: Respuesta de tubo capilar a los cambios de carga. Respuesta de válvula de expansión a los cambios de carga. Síntomas por falta de refrigerante. Síntomas por exceso de refrigerante.

PRÁCTICA 3. Análisis de Fallas. Parte 2: Simulación de evaporador defectuoso. Simulación de condensador defectuoso. Falla en componentes eléctricos del motor. Proceso de carga y descarga de refrigerante.

PRÁCTICA 4. Equipo combinado: Estudio de un equipo didáctico combinado de aire acondicionado y calefacción

PRÁCTICA 5. Visita a Instalación: Visita a una instalación de cava de refrigeración de tamaño mediano.

PRÁCTICA 6. Visita a Instalación: Visita a una fábrica de hielo.

Asignatura: OLEOHIDRAULICA **Código:** IMC915
Prelaciones: MECANICA DE FLUIDOS I **Período:** NOVENO
 ELEMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRICA
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de esta asignatura es impartir los conocimientos fundamentales para que el Ingeniero Mecánico pueda diseñar y manejar, sistemas de transmisión de potencia de tipo oleohidráulico.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA OLEOHIDRÁULICA Y LA NEUMÁTICA

TEMA 1. Introducción a la oleohidráulica: Introducción. Pequeña reseña histórica. Importancia de la Oleohidráulica. Aplicaciones de la Oleohidráulica. Diferencias y similitudes entre los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Ventajas y desventajas de los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Componentes de los sistemas oleohidráulicos. Criterios para la selección del tipo de sistema.

TEMA 2. Principios básicos: Leyes y principios fundamentales que rigen los sistemas oleohidráulicos. Fluidos de trabajo. Compresibilidad e incompresibilidad. Presión. Principio de Pascal. Flujo de los fluidos. Generación de la fuente de energía.

UNIDAD II. GENERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL FLUIDO DE TRABAJO

Tema 3. El fluido de trabajo: Introducción. Características deseables del fluido de trabajo. Propiedades de aceites: Densidad, compresibilidad, peso específico, viscosidad. Formas de generar el fluido de trabajo. Historia. Tipos de fluidos hidráulicos, selección del fluido: según su misión, según sus características y según otras propiedades.

TEMA 4. Bombas: Generalidades. Bombas de desplazamiento no positivo. Bombas de desplazamiento positivo. Características de las bombas: Caudal, presión, vida útil. Bombas hidrostáticas: oscilantes, rotativas: engranajes externos, lóbulos, husillos, engranajes internos, semiluna, gerotor, paletas, bombas de pistones. Bombas de caudal variable. Cálculo del caudal teórico de las bombas. Criterios para la selección de bombas. Calculo de bombas de engranaje. La selección del perfil de diente y el diseño de las bombas de engranaje.

TEMA 5. Acondicionamiento del fluido hidráulico: Elementos de regulación: válvulas de relajación de presión, válvulas de reducción de presión, válvulas de secuencia, válvulas de contrapresión y válvulas de descarga. Acumuladores, depósitos. Sistemas de filtrado: filtro de aspiración, filtro de precarga, filtro de presión, filtro de derivación, filtro de aire, filtro de retorno, filtro de llenado. Reciclado. Vida útil del fluido.

UNIDAD III. ACTUADORES

TEMA 6. Generalidades sobre actuadores : Función del actuador. Tipos de actuadores: Motores y cilindros. Diferencias y semejanzas entre motores y los cilindros.

TEMA 7. Cilindros: Cilindros hidráulicos: simple efecto, doble efecto, doble vástago, cilindro ciego, cilindros telescópicos, cilindros de cable, cilindros multiplicadores de presión, cilindros rotativos. El conjunto amortiguador. Tipos de montaje. Materiales utilizados para la construcción de cilindros. Velocidad del pistón. Fuerza del pistón. Consumo de aceite. Calculo de capacidad, presiones, velocidad, potencia y eficiencia para un cilindro con pistón o émbolo. Diseño de pistones y émbolos. Dimensionamiento del cilindro. Instalación y mantenimiento.

TEMA 8. Motores: Tipos de motores, diferencia y similitud entre motores hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Motores hidráulicos: Motor deslizante, motor de engranajes, motor de paletas, motor de pistones axiales, motor de pistones radiales. Accionadores rotativos, pinzas hidráulicas. Diseño y cálculo de motores rotativos. Cinemática de los conductores hidráulicos tipo vano y tipo pistón. El caudal en máquinas tipo vano y pistón y la

uniformidad de su descarga. Cálculo de fuerza y potencia. La eliminación de compresión y el balanceo de presiones en bombas y motores tipo vano y tipo pistón. Regulación automática de bombas y motores hidráulicos. Unidades bomba motor. Eficiencia de bombas y motores.

UNIDAD IV. VALVULAS Y ACCESORIOS

Tema 9. Válvulas: Funciones de las válvulas. Clasificación general de las válvulas. Válvulas de control de presión y alivio. Válvulas controladas y de retención. Válvulas diferenciales. Válvulas secuenciales. Válvulas de descarga. Válvulas de control para bombas de 2 etapas. Obtención del movimiento requerido con el control automático de la relación de presiones y contra presión. Intensificadores. Válvulas reductoras de presión. Válvulas para aceleración y desaceleración de movimientos. Mecanismos para el control direccional de movimiento. Control de velocidad. Obtención de velocidades uniformes y control programado de movimiento, mediante bombas de caudal variable. Mecanismos para el control remoto. Elementos temporizadores. Sistemas de montaje de válvulas.

Tema 10. Accesorios: Acumuladores y tanques de almacenamiento. Aplicaciones de los acumuladores. Tipos de acumuladores y criterios de selección. Refrigeradores o intercambiadores de calor. Tipos de refrigeradores y selección. Amortiguadores de impactos. Detectores de señal. Microrruptores eléctricos. Detectores de proximidad. Células fotoeléctricas. Presostatos y termostatos. Sellos hidráulicos. Componentes hidromecánicos. Componentes neumático-hidromecánicos y electro-hidromecánicos. Paneles de Control.

Tema 11. Tubos y racores: Introducción. Clases de tubos según su función. Cálculo de tuberías hidráulicas. Tuberías rígidas. Racores para tuberías rígidas. Tubería flexible. Racores para tuberías flexibles. Componentes auxiliares diversos.

UNIDAD V. CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Tema 12. Simbología, diagramas y esquemas: Introducción. Simbología de los sistemas hidráulicos. Representación esquemática de los elementos. Diagramas de movimientos. El circuito hidráulico. Tipos de circuitos hidráulicos.

Tema 13. Circuitos básicos: Introducción. Circuitos oleohidráulicos elementales. Circuitos con una bomba y un motor. Circuitos con varias bombas y un motor, o con una bomba y varios motores. Circuitos con varios motores para la operación en serie o paralelo de varios mecanismos. Circuitos con cilindros y pistón vertical. Descarga de la bomba al depósito. Regulación de velocidad. Control de presión. Circuitos con válvulas antiretorno. Circuito diferencial. Accionamiento de motores hidráulicos. Sincronización de movimientos. Circuitos con acumuladores. Circuitos con enfriadores. Ejemplos de circuitos oleohidráulicos de algunas máquinas.

Tema 14. Cálculo de circuitos hidráulicos: Pérdidas hidráulicas. Fugacidad. Analogía entre cálculos hidráulicos y eléctricos. Cartas para el cálculo de pérdidas de presión y condiciones de operación de sistemas hidráulicos. Cálculo de la presión ejercida por el flujo. Cambios en el volumen de sistemas hidráulicos, martillo hidráulico (golpe de ariete). Velocidad de acción y cilindrada de mecanismos hidráulicos. Cálculos analíticos y gráficos de aceleraciones, velocidades, desplazamientos y tiempos acción de componentes hidráulicos. Cálculo de los transistores hidráulicos para movimientos rectilíneos y rotatorios. Amortiguadores y rompedores de velocidad. Cálculo termodinámico de sistemas hidráulicos.

Asignatura: NEUMÁTICA **Código:** IMC916
Prelaciones: MECANICA DE FLUIDOS I, TEORÍA DE CONTROL **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	0	0	3	
Horas / semestre	54	0	0	54	3

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de esta asignatura es el impartir los conocimientos fundamentales para que el Ingeniero Mecánico pueda diseñar y manejar, sistemas de transmisión de potencia y de control de tipo neumático.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA NEUMÁTICA

TEMA 1. Introducción a la neumática: Introducción. Pequeña reseña histórica. Importancia de la neumática. Aplicaciones de la neumática. Diferencias y similitudes entre los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Ventajas y desventajas de los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Componentes de los sistemas neumáticos. Criterios para la selección del tipo de sistema.

TEMA 2. Principios básicos: Leyes y principios fundamentales que rigen los sistemas neumáticos. Compresibilidad. Presión. Principio de Pascal. Leyes de los gases: Ley de Boyle, Ley de Charles, Leyes combinadas de los gases. Flujo de los fluidos. Y generación de la fuente de energía.

UNIDAD II. GENERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

TEMA 3. Introducción: Introducción. Características deseables del aire comprimido. Compresores. El aire como fluido de trabajo en los sistemas neumáticos. Características del aire como fluido de trabajo. Condiciones de trabajo necesarias para el aire. Humedad del aire.

TEMA 4. Compresores: Generalidades. Tipos de compresores: dinámicos y de desplazamiento positivo. Clasificación: simple acción y doble acción. Compresores de desplazamiento positivo: reciprocante de pistón, diafragma, paletas rotatorias, de anillo de líquido, lóbulos gemelos, de espirales. Compresores centrífugos. Criterios para la selección de compresores. Accesorios de los compresores: válvulas, tanques de almacenamiento.

TEMA 5. Acondicionamiento del aire comprimido: Unidad FRL (filtro, regulación y lubricación). Filtro de aire, regulación de presión, lubricación. Humedad. Secado del aire comprimido. Secadores refrigerados. Secadores químicos. Supresión del punto de rocío. Secadores de absorción. Métodos de regeneración. Regeneración sin calor. Selección de secadores. Enfriamiento debido a la expansión del aire.
 3 horas teóricas.

UNIDAD III. ACTUADORES

TEMA 6. Generalidades sobre actuadores: Función del actuador. Tipos de actuadores: motores y cilindros. Diferencias y semejanzas entre motores y los cilindros.

TEMA 7. Cilindros: Cilindros neumáticos: Simple acción, doble acción. Otros tipos varios. Clasificación según la construcción. El conjunto amortiguador. Tipos de montaje. Materiales utilizados para la construcción de cilindros. Velocidad del pistón. Fuerza del pistón. Consumo de aire y aceite. Dimensionamiento del cilindro. Instalación, mantenimiento y lubricación.

TEMA 8. Motores: Tipos de motores, diferencia y similitud entre motores hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Tipos de motores neumáticos. Par y potencia de un motor neumático. Aplicación de la neumática a herramientas manuales.

UNIDAD IV. VALVULAS Y ACCESORIOS

TEMA 9. Válvulas: Funciones de las válvulas. Clasificación general de las válvulas: válvulas de regulación,

válvulas de control, válvulas direccionales, servo válvulas, válvulas proporcionales, válvulas de cartucho, válvulas de purga, válvulas de aislamiento de instrumentos, válvulas de selección y pilotaje, válvulas reguladoras de velocidad, válvulas de escape rápido, válvulas de retraso de tiempo.

TEMA 10. Accesorios: Acumuladores y tanques de almacenamiento. Aplicaciones de los acumuladores. Tipos de acumuladores y criterios de selección. Refrigeradores o intercambiadores de calor. Tipos de refrigeradores y selección. Amortiguadores de impactos. Detectores de señal. Microrruptores eléctricos. Detectores de proximidad. Células fotoeléctricas. Presostatos y termostatos.

TEMA 11. Tubos y racores: Introducción. Clases de tubos según su función. Cálculo de tuberías hidráulicas y neumáticas. Tuberías rígidas. Racores para tuberías rígidas. Tubería flexible. Racores para tuberías flexibles. Componentes auxiliares diversos.

UNIDAD V. CIRCUITOS NEUMÁTICOS

TEMA 12. Simbología, diagramas y esquemas: Introducción. Simbología de los sistemas neumáticos. Representación esquemática de los elementos. Diagramas de movimientos. Tipos de circuitos neumáticos.

TEMA 13. Circuitos básicos: Introducción. Circuitos neumáticos básicos. Operación por impulsos. Control de velocidad. Escalonamiento del movimiento. Manejo por vacío. Ejemplos de circuitos neumáticos de máquinas comunes.

TEMA 14. Circuitos de automatización y control: Circuitos neumáticos de control. Controles neumáticos. Diagrama funcional en el circuito de control neumático. Sistema en cascada del diseño de un circuito neumático. Lógica del diseño de un circuito de control neumático. Ejemplos de sistemas de control neumáticos.

Asignatura: INSTRUMENTACIÓN AVANZADA
Prelaciones: INSTRUMENTACIÓN
Tipo: ELECTIVA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC918
Período: NOVENO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	0	0	4	
Horas / semestre	72	0	0	72	4

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de esta asignatura es la enseñanza de las actividades básicas para la elaboración de un proyecto en instrumentación, así como los métodos e instrumentos tales como válvulas, controladores, transmisores y analizadores que no son estudiados en la asignatura obligatoria Instrumentación.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. ACTIVIDADES DE INGENIERÍA BÁSICA Y EN DETALLE

TEMA 1. Simbología e Identificación de Instrumentos: Generalidades Símbolos e identificación de de instrumentos. Norma ISA S5.1. Símbolos e identificación de instrumentos para sistemas de control distribuido, lógicos y computarizados. Norma ISA S5.3.

TEMA 2. Actividades de Ingeniería Básica: Introducción. Actividades de Ingeniería Básica. Especificaciones generales de Instrumentación. Diagramas de tuberías e instrumentos. Especificaciones de la sala de control. Hojas de especificaciones de instrumentos

TEMA 3. Actividades de Ingeniería en Detalle: Introducción. Actualización de los diagramas de tuberías e Instrumentos. Actualización del listado de Instrumentos. Diagramas de Lazo. Esquemáticos de Control. Planos de Ubicación de los Instrumentos. Planos de Ruta de Señales de Instrumentación. Detalles en Instalación de Instrumentos. Planos de Ruta de Señales de Instrumentación. Lista de cables y conductos de instrumentación. Planos de Alimentación de Aire a Instrumentos. Plano de arreglo de equipos en la Sala de Control. Lista de Materiales para Instalación de Instrumento. Especificaciones de Construcción y Descripción de Partidas

TEMA 4. Seguridad en Instrumentación y Sistemas de Control: Clasificación de Área y Material Técnicas usadas para reducir peligros de explosión. Técnicas básicas de protección utilizadas por fabricantes Certificación de un aparato con seguridad intrínseca. Diseño de sistemas que utilizan aparatos disponibles de seguridad intrínseca. Instalación de sistemas de seguridad intrínseca. Ignición por fuentes ópticas.

UNIDAD II. LA VÁLVULA DE CONTROL

TEMA 5. El cuerpo de la Válvula: Tipos de válvulas de control: vástago deslizante, bola, conexión excéntrica. Mariposa. Características de funcionamiento de la válvula: tiempo muerto, tiempo de respuesta, tipo de válvula y característica de instalación. Selección de la válvula: criterios generales, rangos de presión, temperatura de operación. Selección del material de construcción.

TEMA 6. El Actuador de la Válvula: Tipos de Actuadores: Diafragma neumático, pistón, actuador electrohidráulico y electromecánico. Fuente de poder. Modo de falla. Capacidad del actuador.

TEMA 7. Accesorios de la Válvula de Control: Posicionadores y Controladores. Posicionadores Digitales. Transductores electroneumáticos.

TEMA 8. Consideraciones Adicionales: Correcciones por viscosidad. Evaporación, cavitación, y ruido en la válvula de control.

TEMA 9. Dimensionamiento de la Válvula de Control y del Actuador: Procedimientos básicos de dimensionamiento. Consideraciones de la tubería. Dimensionamiento para servicios de gas y vapor. Dimensionamiento del actuador.

UNIDAD 3. TRANSMISORES

TEMA 10. Principios Básicos de Transmisión de Datos: Introducción. Sistemas de transmisión de datos.

Tipos de señales.

TEMA 11. Transmisores Neumáticos: Introducción. Principios sobre instrumentación neumática. Elementos neumáticos. El sistema tobera obturador. El amplificador neumático. Relevador neumático. Transmisor de equilibrio de momentos. Transmisor de equilibrio de fuerzas. Transmisor de equilibrio de movimientos.

TEMA 12. Transmisores Electrónicos: Introducción. Principios sobre instrumentación electrónica. Transmisores de equilibrio de fuerzas. Transmisores de puente de Wheatstone.

TEMA 13. Transmisores Digitales: Introducción. Principios sobre instrumentación digital. Métodos de transmisión digital. Equipamiento requerido para la transmisión digital de datos.

UNIDAD 4. CONTROLADORES

Tema 14. Controladores Neumáticos: Introducción. Controlador proporcional. Controlador proporcional más integral. Controlador proporcional más derivativo. Controlador proporcional más integral más derivativo.

Tema 15. Controladores Electrónicos. Introducción. Elementos básicos del control electrónico. Controlador ON-OFF. El controlador proporcional. Control proporcional más integral. Controlador PID.

Tema 16. Controladores Digitales. Introducción. Principios básicos del control digital. Elementos básicos del control digital. Implementación de un sistema de control digital con PC.

UNIDAD 5. ANALIZADORES

TEMA 17. Analizadores de Composición: Introducción. Especificaciones. Características de funcionamiento. Tipos de analizadores. Analizadores electroquímicos. Cromatógrafos. Espectrómetros. Analizadores de conductividad. Analizadores de presión de vapor. Analizadores de destilación y punto de ebullición. Analizadores de combustión. Analizadores ópticos y sónicos.

TEMA 18. Medidas de Concentración: Transductores mecánicos. Transductores de concentración térmica. Conductividad eléctrica. Resistencia Eléctrica.

TEMA 19. Medidas de Ph: Introducción. Electrodo de Referencia. Métodos de Limpieza. Errores en la medición de pH. Selección, instalación y mantenimiento.

TEMA 20. Medidas de Turbidez: Dispersión de luz. Métodos de Medida. Unidades de Medida. Aplicaciones. Especificaciones. Calibración y mantenimiento.

TEMA 21. Humedad: Introducción. Fundamentos de humedad. Parámetros comunes de humedad. Cartas psicrométricas. Humedad relativa. Punto de rocío. Medidas directas contra sistemas de muestreo: líquidos, gases y sólidos Métodos de medida en gases: eléctricos, mecánicos, químicos, ópticos, temperatura. Métodos de medición en líquidos

TEMA 22. Extracción de la Muestra, Acondicionamiento y Preparación para un Análisis en Tiempo Real: Muestreo continuo. Muestreo discreto

UNIDAD 6. MEDICIONES VARIAS

TEMA 23. Medición de Tiempo: Medición de Tiempo, frecuencia y ángulo de fase.

TEMA 24. Medición De Velocidad: Tacómetros AC y DC. Sensores magnéticos. Tacómetros de impulso, tacómetros estroboscópicos, fotoeléctricos Ópticos. Reluctancias variables Anemómetros.

TEMA 25. Medición De Vibración: Medidas de vibración. Medidas de movimiento inercial Acelerómetros piezoeléctricos, piezoresistivos. Capacitancia variable servo-acelerómetros. Acondicionamiento de señales. Transductores de velocidad. Sensores de no contacto.

Asignatura: CONTROL AVANZADO **Código:** IMC919
Prelaciones: TEORÍA DE CONTROL **Período:** NOVENO
Tipo: ELECTIVA
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 las técnicas avanzadas de control. El estudiante al final del curso deberá tener las nociones fundamentales sobre las principales técnicas de control avanzado y saber aplicar a sistemas simples las técnicas más importantes.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO

UNIDAD I. DISEÑO DE CONTROLADORES CONVENCIONALES

TEMA 1. Análisis de la respuesta temporal y frecuencial: Introducción. Análisis del lugar de las raíces. Análisis del diagrama de bode. Análisis de estabilidad. Ejemplos

TEMA 2. Técnicas de diseño y compensación convencionales: Introducción. Técnicas de diseño y compensación por adelanto, atraso y adelanto- atraso. Ejemplos.

TEMA 3. Análisis de diseño en el espacio de estado: Introducción. Tópicos básicos del análisis en el espacio de estado. Matriz de transferencia. Controlabilidad. Observabilidad. Análisis de estabilidad de lyapunov. Ejemplos

TEMA 4. Técnicas de diseño y compensación en el espacio de estado: Introducción. Diseño a través de la ubicación del polo. Diseño de observadores. Sistemas de control adaptativos. Ejemplos.

UNIDAD 2: TÉCNICAS AVANZADAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL

TEMA 5. Control en cascada: Introducción. Implementación y sintonización: Sistemas de control de 2 y 3 niveles. Ejemplos.

TEMA 6. Control override y selectivo: Introducción. Algoritmos de cálculo. Control Override. Control Selectivo. Ejemplos.

TEMA 7. Control de rango partido y en preadelanto: Introducción. Control de rango partido. Control en preadelanto. Diseño de controladores lineales en preadelanto. Términos de adelanto/atraso. Diseño de controladores en preadelanto no lineales. Ejemplos.

TEMA 8. Control multivariable lineal: Introducción. Interacciones en el lazo de control. Soluciones a los problemas de la interacción del lazo. Análisis dinámico de sistemas multivariables. Ejemplo.

TEMA 9. Control robusto y adaptativo: Introducción. Nociones de control robusto. Aplicaciones y usos del control robusto. Nociones de control adaptativo. Aplicaciones del control adaptativo. Ejemplos.

TEMA 10. Nuevas técnicas de control: Introducción. Ilustración sobre técnicas de control novedosas. Ejemplos.