



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Máquinas Alternativas y Turbomáquinas

Área: Térmica

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 5

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

| <i>Horas reloj</i> | <i>Horas cátedra</i> | <i>Horas cátedra semanales</i> |
|--------------------|----------------------|--------------------------------|
| 96 | 128 | 4 |

Fundamentación

La materia corresponde al ciclo superior de la carrera de Ingeniería Mecánica.

La materia aporta por sí misma el conocimiento de las plantas de poder y propulsión de utilización en la industria, medios de locomoción y equipos de servicio para suministro de aire y agua. Resume en su conjunto la aplicación de importantes disciplinas básicas tales como química en los procesos de combustión, termodinámica en el estudio de los ciclos térmicos, dinámica en el desarrollo de los movimientos alternativos y rotativos, resistencia de materiales en el cálculo y proyecto de partes y mecánica de los fluidos en la aplicación de la ecuación de Euler. Una diversidad de conocimientos que, aglutinados en el estudio de los motores de combustión interna y las turbomáquinas, le dan al ingeniero mecánico un importante campo para su desempeño profesional, tanto en las áreas de mantenimiento como en las de diseño.

Objetivos

- Conocer y comprender los principios de funcionamiento de las máquinas y de los mecanismos que las constituyen.
- Conocer y comprender las posibilidades y los campos de utilización de estas máquinas.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- Conocer y comprender las funciones de los equipos auxiliares y accesorios que integran las máquinas y los sistemas térmicos.

Contenidos

Turbo máquinas

- Teoría de las turbomáquinas
- Turbinas de vapor.
- Turbinas de gas.
- Turbinas hidráulicas.
- Turbocompresores
- Ventiladores
- Bombas centrífugas.

Máquinas alternativas

- Ciclos.
- Máquinas alternativas de combustión interna.
- Combustibles. Combustión y detonancia.
- Carburación. Inyección, encendido.
- Sobrealimentación.
- Motores de dos tiempos.
- Compresores alternativos
- Ensayo de motores
- Plantas fijas y de propulsión.

a) Contenidos analíticos

Unidad Temática I: INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ALTERNATIVAS Y TURBOMÁQUINAS

Diferentes tipos de motores y formas constructivas - Estudio comparativo en base al propósito de su utilización práctica industrial.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Unidad Temática II: MOTORES ALTERNATIVOS

Principio de funcionamiento de los motores de dos y cuatro tiempos. Descripción constructiva de los motores, órganos y elementos componentes. Función de las diferentes partes.

Conocimientos generales acerca del diseño de partes y materiales usados en motores alternativos. Descripción general sobre el montaje e instalación de estas máquinas. Las diferentes partes.

Unidad Temática III: CICLOS IDEALES DE AIRE DE MOTORES ALTERNATIVOS

Ciclo Otto, Diesel, Semi-Diesel o de Sabathe, Rendimiento Térmico, efecto de las variables operativas del motor. Potencia ideal, Presión media ideal. Ciclo aire/combustible teórico y real - Uso de las cartas termodinámicas de mezcla fresca y productos de combustión.

Efecto que producen las variables del motor. Descripción del ciclo Indicado. Avance al Encendido. Justificación adelanto apertura válvula de escape. Diagrama de Distribución. Diagrama abierto de presiones. Rendimientos

Unidad Temática IV: TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN

Combustión en el Otto -Combustión en el Diesel. Transformaciones del fluido operante y requerimientos de mezcla del motor - Proceso de combustión normal. Combustión anormal, sus causas y efectos -Exigencias impuestas a las cámaras de combustión - Detonancia-Efecto de los variables del motor sobre la detonación. Poder antidetonante. Número octano - Aditivos antidetonantes - Facilidad de ignición de los petróleos - Número cetano. Volatilidad, tensión de vapor y calor de vaporización. Peso específico y poder calorífico.

Unidad Temática V: CÁLCULO DE LA POTENCIA

Rendimientos y Balance térmico del motor. Características operativas de los motores de combustión interna alternativos. Rendimiento volumétrico, rendimiento mecánico. Variación de la potencia en función del régimen de la alimentación y de la carga del motor. Curvas características. Consumos específicos. Variación en función del régimen y la carga. Motores sobrealimentados. Bancos de prueba. Medición de los parámetros fundamentales del motor.

Unidad Temática VI: MECÁNICA DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS

Esfuerzos dinámicos. Desplazamientos, velocidades y aceleraciones del pistón. Transformación de un movimiento rectilíneo alternativo en uno circular continuo, sistema biela manivela. Fuerzas alternativas de inercia. Fuerzas rotativas. Composición de fuerzas y momentos de inercia libres. Momento motor. Estudio del equilibrado del



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

motor. Oscilaciones de torsión y flexión. Reducción de sistemas reales complejos a sistemas simples equivalentes. Vibraciones naturales y forzadas. Diagnóstico del estado mecánico y operativo de un motor mediante el análisis de vibraciones.

Unidad Temática VII: ELEMENTOS COMPONENTES DE LA TURBINA DE GAS

Principio de funcionamiento de la turbina de gas Compresores, cámaras de combustión, turbina, regeneradores, refrigeradores, etc. Ciclos abiertos y cerrados. Ciclo Joule Brayton. Rendimiento adiabático de compresores y turbinas. Variación del rendimiento térmico y potencia específica en función del tipo de instalación. Turbinas estacionarias y de aplicación a la propulsión aeronáutica, automotriz y marina.

Unidad Temática VIII: ELEMENTOS COMPONENTES DE LAS TURBINAS DE VAPOR

Principio de funcionamiento. Ciclos de las turbinas de vapor. Escalonamientos de presión y velocidad. Diseño de Toberas. Grado de reacción Turbina de Laval, Curtis, Rateau, Pearsons. Ciclos Combinado de Turbina de gas y Vapor

Unidad Temática IX: CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS ROTODINÁMICAS

Elementos componentes. Clasificación por el número específico de revoluciones. Rodete. Sistema difusor. Instalación de una bomba. Pérdidas. Rendimiento y Potencia. Cavitación y Golpe de Ariete.

Unidad Temática X: ANÁLISIS TEÓRICO DE UN COMPRESOR CENTRÍFUGO

Carcasa de admisión. Rodete. Difusor. Diseño óptimo de la admisión de un compresor centrífugo. Relación de compresión. Análisis escalonamiento compresor axial. Diagrama de velocidades. Relación de compresión para varios escalonamientos. Estabilidad de compresores axiales. Descripción compresores a tornillo.

Unidad Temática XI: DEFINICIÓN DE LOS VENTILADORES

Clasificación según la presión total desarrollada. Clasificación según la dirección de flujo. Teoría de los ventiladores. Ventiladores carenados de flujo Axial. Coeficiente de sustentación del perfil aerodinámico de un ventilador.

Unidad Temática XII: ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Clasificación de las turbinas Hidráulica, según grado de reacción, según el número específico de revoluciones. Turbinas Pelton de acción. Turbinas de reacción Francis y Hélice. Turbinas de reacción Kaplan y Deriaz. Altura neta. Cavitación y Golpe de ariete. Potencias y Rendimientos.

Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

| Tipo de actividad | Carga horaria total en hs. reloj | Carga horaria total en hs. cátedra |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Teórica | 64 | 85 |
| Formación Práctica | 32 | 43 |
| Formación experimental | 32 | 43 |
| Resolución de problemas | | |
| Proyectos y diseño | | |
| Práctica supervisada | | |

Estrategias metodológicas

a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

Por ser una materia de la especialidad mecánica en la que se deben brindar conocimientos teóricos y su aplicación práctica, se deben contemplar fundamentalmente tres aspectos:

El **Teórico**, en el que, usando un método inductivo (no meramente expositivo), se introduce un determinado tema, tratando de motivar al alumno mostrándole la implicancia del mismo y sus aplicaciones en la industria e introduciéndose en la obtención de las leyes o conceptos relacionados.

El **Práctico**, referente a la resolución de problemas, que es la forma natural de fijar los conocimientos teóricos y que también sirve para mostrarle al alumno si el tema fue suficientemente comprendido al tratar de aplicarlo a una situación concreta. Dicho aspecto debe contemplar la posibilidad del trabajo no solo individual, sino también grupal, pues la discusión y el intercambio de criterios pueden enriquecer el análisis de situaciones problemáticas.

El **Experimental**, posibilitando el uso del laboratorio, no solo para la verificación de leyes estudiadas, sino, para que el alumno pueda desarrollar aspectos creativos en experiencias diversas. Permite también, ante un resultado distinto al esperado, buscar las posibles causas de las discrepancias, notando las diferencias entre los sistemas reales y los teóricos. Mediante la proyección de vídeos y powerpoint se familiariza al alumno con las partes constitutivas y operación de este tipo de máquinas. Por medio de trabajos prácticos y ensayos en laboratorio se obtiene el aprendizaje de los parámetros que afectan al funcionamiento de las máquinas alternativas y las turbomáquinas.

b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- Transparencias de gráficos, modelos y esquemas sobre temas desarrollados de motores de combustión interna y turbomáquinas.
- Videos de motores de combustión interna y turbomáquinas.
- Diapositivas Power Point para ser proyectadas desde PC sobre diferentes temas de Motores alternativos y Turbomáquinas.
- Bando de Ensayo de Motores.
- Banco de Ensayo de Bombas.
- Banco de Ensayo de Ventiladores.

Evaluación

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

Se realizarán dos exámenes parciales escritos que se tomarán a mitad y final de la cursada y se evaluarán los trabajos prácticos dictados. Cada parcial posee dos recuperatorios.

a) Criterios de aprobación

Del temario teórico

- Correcto desarrollo temático.
- Relación entre conceptos.
- Uso del vocabulario específico.
- Relación progresiva de Principios de Funcionamiento y elementos constitutivos
- Utilización correcta de los principios termodinámicos y de mecánica de los fluidos de la temática cursada, con su respectivo soporte matemático.

De los Trabajos Prácticos

Correcta elección de la metodología resolutoria con el soporte de gráficos e informes que se soliciten.

Contenidos mínimos a evaluar

- Partes constitutivas y funcionamiento de los motores de combustión interna.
- Ciclos termodinámicos. Procesos de Combustión en motores OTTO y DIESEL
- Combustibles usados en Motores de Combustión Interna.
- Curvas Características de performance de los Motores de Combustión Interna.
- Principios de funcionamiento, elementos constitutivos y soporte termodinámico de las turbinas de Gas y turbinas de vapor.
- Principios de Funcionamiento, elementos constitutivos y Aplicación de Euler en Bombas, ventiladores y Turbocompresores.

Requisitos de regularidad

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

- Aprobación de los parciales teóricos con nota mínima seis en cualquiera de sus instancias.
- Aprobación de los Trabajos Prácticos correspondientes, realizados durante el año.
- Asistencia mínima del 75%

Requisitos de aprobación directa

- Aprobación de los parciales teóricos con nota mínima ocho, pudiendo recuperar sólo un examen parcial.
- Aprobación de los Trabajos Prácticos correspondientes, realizados durante el año.
- Asistencia mínima del 75%

Articulación horizontal y vertical con otras materias

Articulación vertical con materias básicas como Termodinámica, Mecánica de los fluidos y Tecnología del Calor en la aplicación de los conceptos teóricos de estas materias. Articulación horizontal en materias como Proyecto Final, Mantenimiento e Instalaciones Industriales en la interrelación de las máquinas alternativas y las turbomáquinas en su diseño, instalación y mantenimiento.

Cronograma estimado de clases

| Unidad Temática | Duración en hs cátedra |
|--|------------------------|
| Introducción a las máquinas alternativas y turbomáquinas | 4 |
| Motores alternativos | 12 |
| Ciclos ideales de aire de motores alternativos | 12 |
| Teoría de la combustión | 12 |
| Cálculo de la potencia | 8 |
| Mecánica de los motores alternativos | 12 |
| Elementos componentes de la turbina de gas | 12 |
| Elementos componentes de las turbinas de vapor | 12 |
| Clasificación de las bombas rotodinámicas | 12 |
| Análisis teórico de un compresor centrífugo | 12 |
| Definición de los ventiladores | 12 |
| Elementos constitutivos | 8 |

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Giacosa, D. (1970). *Motores Endotérmicos*. España: Editorial Científico Médica.
Mataix, C. (2000). *Turbomáquinas Térmicas*. Madrid: Editorial Dossat.



Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Mataix, C. (1982). *Mecánica de los Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. España: Editorial Harper & Row.

Libros digitales

Hidalgo Estrella, J. G. (2019). *Termodinámica básica para ingenieros*. Ediciones de la U.

Galagovsky Kurman, L. R. (2020). *Química orgánica*. Eudeba.

Mañas González, A.; Bergadá Granyó, J. (2021). *Mecánica de los fluidos: Problemas de resolución numérica*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Peñaranda Osorio, C. V. (2018). *Mecánica de los fluidos*. Ecoe Ediciones.

Luszczewski, A. (2013). *Redes industriales de tuberías: bombas para agua, ventiladores y compresores*. Reverté

Sánchez Naranjo, C. (2011). *Teoría de la combustión*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Lugo Reyes, R. (2010). *Termodinámica de la turbina de gas*. Instituto Politécnico Nacional.

Muñoz Domínguez, M.; Rovira de Antonio, A. (2016). *Motores de combustión interna*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Muñoz Domínguez, M.; Rovira de Antonio, A. (2016). *Máquinas y motores térmicos: introducción a los motores alternativos y a las turbomáquinas térmicas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Callejón Agramunt, I.; Álvarez Florez, J. A.; Carreras Planells, R. (2015). *Motores alternativos de combustión interna*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Tizón Pulido, J. M. (2019). *Turbomáquinas: análisis, diseño y simulación numérica*. Dextra Editorial

Piqueras, P. (2013). *Ejercicios resueltos de motores a reacción y turbinas de gas*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Sánchez Naranjo, C. (2020). *Centrales termoeléctricas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Creus Solé, A. (2014). *Aerogeneradores*. Editorial Cano Pina.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Martinez de Vedia, R. (1953). *Motores de Combustión Interna*. Argentina: Editorial Alsina.

Mataix, C. (2007). *Turbomáquinas Hidráulicas*. España. Editorial: Dossat.

Vincent, E. (1950). *The Theory and design of gas Turbines and Jet Engines*. USA. Editorial: Mc Graw Hill.

Mackinley, B. (1955). *Aircraft Powerplants*. EE. UU.: McGraw-Hill.