

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**Nombre de la materia:** TERMODINÁMICA Y  
TRANSFERENCIA DE CALOR

**Clave Facultad:**

**Clave U.A.S.L.P.:**

**No. de créditos:** 8

**Horas/Clase/Semana:** 4

**Horas totales/Semestre:** 64

**Horas/Práctica (y/o Laboratorio):**

**Prácticas complementarias:**

**Trabajo extra clase Horas/Semana:** 4

**Carrera/Tipo de materia:** Posgrado en Ingeniería Mecánica  
Obligatoria de orientación ETF

**No. de créditos aprobados:**

**Fecha última de Revisión Curricular:** Marzo 2020

### JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

La aplicación de los principios básicos de la termodinámica involucra una vasta área de interés desde organismos microscópicos, vehículos de transporte, sistemas de generación de potencia e incluso filosofía y

economía. El estudiante debe desarrollar un adecuado dominio de dichos principios para poderlos aplicar de manera adecuada en áreas de interés personal y desarrollo profesional.

### OBJETIVO DEL CURSO

Repasar, analizar y profundizar los principios y fundamentos de la termodinámica desde sus bases hasta los conceptos más avanzados. Presentar ejemplos en

ingeniería analizando la relación con la termodinámica. A partir del análisis de sistemas termodinámicos proponer y analizar posibles mejoras en el desempeño energético.

### CONTENIDO TEMÁTICO

===== PARTE I: TERMODINÁMICA =====

#### 1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BASICOS 3 Hrs

Objetivo: Analizar y fortalecer los conceptos básicos vistos por el alumno en cursos anteriores de termodinámica.

- 1.1. Propiedades
- 1.2. Sistemas y volumen de control
- 1.3. Energía, trabajo y calor
- 1.4. Conservación de masa
- 1.5. Primera ley de la termodinámica.
- 1.6. Metodología de análisis de sistemas cerrados y abiertos
- 1.7. Energía interna vs entalpía

#### 2. SUSTANCIAS PURAS 3 Hrs

Objetivo: Describir y entender el comportamiento de sustancias puras en general y ecuaciones de estado para modelos particulares de sustancias.

- 2.1. Fases
- 2.2. Diagramas T-v, P-v, P-T
- 2.3. Tablas

#### 2.4. Gas ideal

#### 2.5. Gas real

- 2.5.1. Ecuación de Van der Waals
- 2.5.2. Factor de compresibilidad
- 2.5.3. Otras relaciones

#### 3. SEGUNDA LEY Y ENTROPIA 6 Hrs

Objetivo: Analizar y fortalecer la segunda ley de la termodinámica y el concepto de entropía y su relevancia para el análisis de sistemas termodinámicos.

- 3.1. Segunda ley de la termodinámica.
- 3.2. Conceptos de máquinas térmicas
  - 3.2.1. Motor térmico
  - 3.2.2. Refrigerador y bomba de calor
  - 3.2.3. Eficiencia térmica y coeficiente de desempeño
- 3.3. Ciclo de Carnot y Carnot inverso
- 3.4. Procesos reversibles e irreversibles
- 3.5. Entropía.
- 3.6. Procesos isentrópicos
- 3.7. Relaciones Tds
- 3.8. Cambio de entropía de gases ideales y reales

#### 4. EXERGÍA 4 Hrs

Objetivo: Analizar el concepto de calidad de energía, así como su relación que tiene con la temperatura.

- 4.1. Exergía
- 4.2. Exergía y energía no disponible
- 4.3. Irreversibilidad
- 4.4. Representación gráfica de la exergía y energía
- 4.5. Balance de exergía para un sistema cerrado
- 4.6. Balance de exergía para un sistema abierto
- 4.7. Exergía de flujo de un gas perfecto

#### 5. CICLOS TERMODINÁMICOS 8 Hrs

Objetivo: A partir del segundo principio de la termodinámica analizar la eficiencia máxima que una planta de generación de potencia puede alcanzar, así como la eficiencia real tomando en cuenta irreversibilidades y pérdidas.

- 5.1. Ciclos básicos de máquinas térmicas internamente reversibles (ciclos Rankine, Brayton, Otto, Diesel, Stirling, Ericsson y ciclos para propulsión por reacción)
- 5.2. Modificaciones enfocadas a mejorar eficiencia
  - 5.2.1. Compresión en pasos con enfriamiento
  - 5.2.2. Ciclo con recalentamiento
  - 5.2.3. Ciclo con regenerador de calor
  - 5.2.4. Ciclos combinados
  - 5.2.5. Cogeneración
  - 5.2.6. Ciclo Rankine Orgánico para fuente de calor de baja temperatura
- 5.3. Análisis de ciclos con procesos irreversibles y pérdidas
- 5.4. Ciclos inversos para refrigeración y bomba de calor
  - 5.4.1. Ciclo ideal de compresión de vapor
  - 5.4.2. Ciclo real de compresión de vapor
  - 5.4.3. Refrigerantes
  - 5.4.4. Sistemas de eficiencia mejorada
  - 5.4.5. Ciclo de refrigeración de gas
  - 5.4.6. Ciclo de refrigeración por absorción

#### 6. RELACIONES DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS 4 Hrs

Objetivo: Analizar las relaciones entre propiedades termodinámicas usadas en el cálculo de propiedades derivadas de propiedades primitivas de procedencia experimental.

- 6.1. Relaciones de Maxwell
- 6.2. Uso de las relaciones termodinámicas
- 6.3. Relaciones Tds
- 6.4. Ecuación de Clausius-Clapeyron
- 6.5. El coeficiente de Joule-Thomson
- 6.6. Relaciones para  $dh$ ,  $du$ ,  $ds$ ,  $cv$ ,  $cp$  en general, gas ideal y gas real

#### 7. MEZCLAS, HUMEDAD Y COMBUSTIÓN 8 Hrs

Objetivo: Analizar las relaciones entre propiedades termodinámicas usadas en el cálculo de propiedades derivadas de propiedades primitivas de procedencia experimental.

- 7.1. Descripción de mezclas de gases
- 7.2. Mezclas de gases ideales y reales
- 7.3. Propiedades termodinámicas de mezclas
- 7.4. Mezclas de gas-vapor
  - 7.4.1. Humedad absoluta y relativa
  - 7.4.2. Temperatura de rocío
  - 7.4.3. Temperatura de saturación adiabática y de bulbo húmedo
  - 7.4.4. Carta psicrométrica y acondicionamiento de aire
- 7.5. Combustión y gases reactivos
  - 7.5.1. Combustión ideal y real
  - 7.5.2. Entalpía de formación y de combustión
  - 7.5.3. Temperatura de flama
  - 7.5.4. Entropía y segunda ley
  - 7.5.5. Celdas de combustión

==== PARTE II: CONDUCCIÓN DE CALOR =====

#### 8. FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR 4 Hrs

Objetivo: Análisis de conceptos y ecuaciones básicos que dan fundamento a la transferencia de calor.

- 8.1. Flujo y densidad de flujo de calor
- 8.2. Mecanismos de transporte de calor
  - 8.2.1. Conducción
  - 8.2.2. Convección
  - 8.2.3. Radiación
  - 8.2.4. Transferencia en capa pelicular
- 8.3. Ecuación de calor
- 8.4. Condiciones de frontera
- 8.5. Parámetros adimensionales
- 8.6. Introducción a relaciones empíricas para transferencia en capa pelicular
- 8.7. Revisión de métodos de solución

#### 9. CONDUCCIÓN UNI-DIMENSIONAL 10 Hrs

Objetivo: Analizar conducción en estado estacionario para casos uni-dimensionales.

- 9.1. Concepto de conductancia y resistencia
- 9.2. Pared plana
- 9.3. Paredes compuestas
- 9.4. Pared cilíndrica
- 9.5. Pared esférica
- 9.6. Pared con generación de calor
- 9.7. Transferencia en superficies extendidas (aletas)

## 10. CONDUCCIÓN MULTIDIMENSIONAL 4 Hrs

Objetivo: Aprendizaje de método de solución de separación de variables aplicado a problemas en coordenadas cartesianas.

- 10.1. Método de separación de variables
- 10.2. Separación de la ecuación de conducción de calor en coordenadas cartesianas con y sin generación de calor

## 11. CONDUCCIÓN EN ESTADO TRANSITORIO 10 Hrs

Objetivo: Análisis de problemas de conducción en estado transitorio.

- 11.1. Método de la resistencia interna despreciable
- 11.2. Separación de variables
- 11.3. Pared plana con transferencia
- 11.4. Sistemas radiales con transferencia
- 11.5. Sólido semi-infinito
- 11.6. Efectos multidimensionales

### METODOLOGÍA

Estimular en el alumno el desarrollo de habilidades cognitivas por medio del análisis en clase de los temas

del curso, de la asignación de tareas, y de proyectos que estimulen el desarrollo mencionado.

### EVALUACIÓN

Exámenes parciales	60 %	Proyecto	20 %
Tareas	20 %	Total	100 %

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

Çengel, Yunus A., Michael A. Boles, Termodinámica, 7ª edición, McGraw Hill, 2012.

Desmond E Winterbone, Advanced Thermodynamics for Engineers, John Wiley & Sons, Inc., New York Toronto, 1997.

INCROPERA F.P. y DeWITT D.P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley and Sons, Cuarta Edición, 1993.

OSIZIK M.N., Heat Conduction, John Wiley and Sons, 1980.

Jiji L.M., Heat Conduction, Springer, 2009.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Adrian Bejan, Advanced Engineering Thermodynamics, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

Annamalai, Kalyan, Ishwar K. Puri, Advanced Thermodynamics Engineering, CRC Series in Computational Mechanics and Applied Analysis, 2002.

Artículos de revistas científicas y tecnológicas.