



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MECANICA

Asignatura: TERMODINAMICA  
Departamento Académico de: MECANICA  
Carrera: **INGENIERIA ELECTROMECHANICA**  
Planes de Estudios: 2004  
Módulo: V  
Año Académico: 2016

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **Unidad 1: FUNDAMENTOS DE TERMODINAMICA**

1.1: Conceptos iniciales: Introducción. Sistemas Termodinámicos. Definición, Clasificación y Propiedades. Medio Ambiente Exterior. Límites: Clasificación. Paredes Adiabáticas y Diatérmicas. Definición de Variable de Estado Termodinámica. Variables de Estado fundamentales: Masa, Presión, Volumen y Temperatura. Variables de Estado extensivas, intensivas, específicas y molares. Unidades. Instrumentos de medición. Estado de equilibrio. Ecuación de estado térmica. Principio Cero de la Termodinámica.

1.2.- Procesos y Cambios de Estado: Representación del Estado Termodinámico. Proceso y Cambio de Estado. Cambios de estado no estáticos y cuasi-estáticos. Procesos naturales. Reversibles e irreversibles. Características comparadas de un proceso reversible y un proceso irreversible. Principio de Irreversibilidad. Sistemas Abiertos. Procesos en los Sistemas Abiertos. Régimen permanente. Ecuación de continuidad.

### **Unidad 2: PROPIEDADES TERMODINAMICAS DE LAS SUSTANCIAS PURAS**

2.1.- Sustancias Puras: Principio de Estado. Sistema simple compresible. Superficie  $p, V, T$ . Diagramas  $p -V$ ,  $p -T$  y  $T-V$ . Zonas de los diagramas: Región de los gases y vapores; Vapor húmedo. Líneas de saturación: Líquido saturado y vapor saturado seco. Vapor sobrecalentado. Título del Vapor. Tablas de Vapor. Propiedades termodinámicas de los vapores.

2.2.- Gases Ideales y Gases Reales: Relaciones  $p,v,T$  para los gases. Ecuación de estado de los gases ideales. Constante termodinámica y constante universal. Los gases reales. El factor de compresibilidad. Factor de compresibilidad generalizado. Mezcla de gases ideales. Composición y propiedades termodinámicas. Mezcla de gases reales.

### **Unidad 3: EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

3.1.- Formas de la Energía: Introducción. Trabajo y Energía mecánica. El trabajo en un sistema termodinámico. Trabajo de expansión. Trabajo de rozamiento. Trabajo en los procesos reversibles e irreversibles. Trabajo en sistemas adiabáticos. Energía interna. Calor. Energías No Convencionales. Uso Racional de la Energía.

3.2.: El Primer Principio de la Termodinámica: Formulación. Formulación para sistemas cerrados. Formulación para sistemas abiertos. Entalpía. Trabajo técnico y Potencia. Primer Principio en procesos cíclicos. Diagrama de flujo de energías.

### **Unidad 4: TRANSFORMACIONES DE LOS GASES IDEALES**

4.1.- Calor Específico: Definiciones de calores específicos. Calor Específico a Presión Constante. Calor específico a Volumen Constante. Generalización del Calor específico en los gases ideales. Ecuación de Mayer. Calor específico medio. Aplicación de la calorimetría.

4.2.- Transformaciones en los gases ideales. Consideraciones sobre las transformaciones en los gases ideales. Cambios de estados reversibles en los gases ideales: a volumen constante, a

presión constante, a temperatura constante. Transformaciones adiabáticas y politrópicas. Representaciones gráficas; relaciones entre calor y trabajo. Trabajo en sistemas cerrados; trabajo en sistemas abiertos.

4.3.- Ejemplo de Transformación de gases: La compresión de aire. Compresores. Tipos y usos. La compresión y la expansión isotérmica. Compresión en múltiples etapas. Compresión y expansión politrópica. Valores característicos.

## **Unidad 5: EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA**

5.1: El Segundo Principio de la Termodinámica. Enunciados del Segundo Principio. Equivalencia entre los enunciados. Reversibilidad e Irreversibilidad. Causas de Irreversibilidad.

5.2: Entropía. Definición. La función entrópica. Escala absoluta de Temperaturas. Entropía e irreversibilidad. Interpretación física de la entropía. Comportamiento de la entropía para distintos procesos. Balances de Entropía.

5.3: Diagramas Entrópicos. Diagrama Temperatura-entropía. Diagrama para el vapor de agua. Diagrama Entalpía- Entropía. Diagrama de Mollier. Cambios de estado reversibles de los gases ideales en los diagramas T-s e i-s. Relaciones entre calor y trabajo.

5.4: Capacidad de Trabajo Técnico. Concepto de Exergía. Calor utilizable o exergía del calor. Anergía. Exergía por desequilibrios mecánicos. Exergía del vacío. Exergía de un sistema cerrado. Exergía de un sistema abierto. Efectividad térmica. Balance de exergías. Diagrama de flujo de exergías.

## **Unidad 6: APLICACIONES A PROCESOS EN SISTEMAS ABIERTOS.**

6.1: Escurrimiento de toberas y difusores. Escurrimiento en toberas. El proceso isoentrópico. Toberas con expansión y sin expansión. Difusores. Escurrimiento con gases ideales. Función de corriente. Velocidades críticas. Propiedades de las toberas. Escurrimiento con velocidad inicial distinta de cero.

## **Unidad 7: APLICACIONES A PROCESOS CICLICOS**

7.1: Ciclos de Comparación. Análisis termodinámico de un ciclo. El segundo principio de la Termodinámica aplicado a los ciclos. Factor de Carnot. El rendimiento térmico del ciclo. Temperaturas medias termodinámicas. El ciclo de Carnot. La máquina térmica ideal.

7.2: Ciclos de Potencia en la zona de vapor húmedo. Ciclo de Clausius-Rankine. Ciclo de Clausius-Rankine con recalentamiento. Análisis exergético. Precalentamiento del agua de alimentación. Recalentamiento intermedio. Intercambio regenerativo. Cogeneración de energía.

7.3: Ciclos de Potencia en la zona de los gases. Ciclo de Joule. Rendimiento térmico y relación de trabajo. Ciclo Brayton. La turbina de gas y el turborreactor. Análisis exergético. Ciclo regenerativo. Compresión y expansión escalonada. Ciclos de motores: Otto, Diesel, semi-Diesel. Ciclo Stirling. Plantas combinadas de potencia.

## **Unidad 8: APLICACIONES A PROCESOS REACTIVOS**

8.1: Combustión. Definición. Balance de materia. Reactivos y Productos. Gases secos y gases húmedos. Cantidad necesaria de aire. El factor de dilución. Combustibles gaseosos. Combustión completa y combustión incompleta. Poder calorífico Inferior. Control de la combustión. Triángulo de Ostwald. Entalpía de los gases de combustión. El diagrama I - t.

## **Unidad 9: INTRODUCCION A LA TRANSMISION DEL CALOR**

9.1: Transmisión por Conducción. Conducción en estado estacionario. Conducción a través de sólidos homogéneos. Conductividades térmicas de sólidos. Conducción a través de varios cuerpos en serie: concepto de resistencia.

9.2: Transmisión por Radiación. Naturaleza de la radiación térmica. Ley de radiación del cuerpo negro. Leyes de Kirchoff y Steffan-Boltzmann. Emisividad y absorptividad de las superficies. Radiación entre sólidos separados: factor angular de visión. Cavidades grises y no grises. Transmisión en gases.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### Bibliografía General:

1. Baher, Hans D. - Tratado Moderno de Termodinámica – Ed. Labor – España 1978.
2. Moran, M.J.; Shapiro, H.N. - Fundamentos de Termodinámica Técnica 2da Edición – Tomo I Ed. Reverte – España 2015.
3. Moran, M.J.; Shapiro, H.N. - Fundamentos de Termodinámica Técnica 2da Edición – Tomo II Ed. Reverte – España 2015.
4. Jones, J.B.- Dugan, R.E. - Ingeniería Termodinámica – Ed. Prentice Hall Hispanoamericana – México 1997.
5. Cátedra de Termodinámica - Apuntes para clases de Termodinámica.

### Bibliografía Específica:

1. Treybal, R.E. - Operaciones de Transferencia de Masa – Ed. Mc Graw Hill – México 1994.
2. Himmelblau - Balances de Materia y Energía – Ed. Prentice Hall Hispanoamericana México 1998.
3. García, Carlos - Termodinámica Técnica – Ed. Librería y Editorial Alsina – Argentina 1987.
4. Van Wylen - Sotangg. - Fundamentos de Termodinámica – Ed. Limusa México 1992.
5. Manrique Valdez, José – Termodinámica – Ed. Oxford University. México 1997.
6. Cengel Yunus A. – Termodinámica 8va. Edición – Ed. McGraw-Hill. Año 2015.
7. Kenneth Wark; Donald E. Richards – Termodinámica - Ed. McGraw-Hill. Año 2014.
8. Juárez Manuel Celso; Ortiz María Pilar – Termodinámica Técnica: Teoría y 222 Ejercicios Suelos – Ed. S.A. Ediciones Paraninfo – Año 2015.
9. Velasco Maillo Santiago – Problemas de Termodinámica – Ed. Editorial Universitaria Ramón Areces – Año 2010.