

Programa Regular

Curso: Termodinámica B

Carga horaria: 6 hs.

Modalidad de la asignatura: teórico-práctica

Objetivos.

Abordar y profundizar el análisis de principios y leyes de la Termodinámica.

Adquirir capacidad de análisis de distintos procesos y máquinas térmicas para luego poder, con criterio, ser aplicado en situaciones cotidianas e industriales. Todo esto en el marco de comprobaciones continuas y rigurosas de Laboratorio.

Adquirir criterios técnico – económicos para la selección de equipos según costos y características operativas.

Contenidos.

Sistema y medio ambiente. Sistemas cerrados y abiertos. Propiedades. Principio cero de la termodinámica. Concepto de Energía y Transferencia de Energía. Sustancia pura. Gases y vapores. Gases ideales y reales. Primera ley de la termodinámica. Principio de conservación de masa y energía. Energía interna y entalpía. Transformaciones de gases. Segunda ley de la Termodinámica. Máquinas térmicas. Ciclos en máquinas térmicas. Entropía. Exergía. Eficiencia de la Segunda Ley. Introducción al análisis termodinámico de procesos. Ciclos. Ciclos que involucran vapores. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia de vapor. Ciclos frigoríficos. Ciclo invertido de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. Refrigeración por compresión. Refrigeración por absorción. Ciclos de motores a gas. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia. Comparación de las máquinas térmicas con las celdas combustibles. Fuentes de energía alternativas. Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire.

Recursos energéticos convencionales y no convencionales. Transformación. Combustibles y combustión. Análisis de la primera ley en sistemas reactivos.. Transmisión de calor: Transmisión de calor por conducción. Transmisión de calor por convección. Transmisión de calor por radiación. Generación de vapor: calderas convencionales y de recuperación. Turbina de gas. Turbina de vapor. Regeneración. Tratamiento del agua de alimentación. Cogeneración. Repotenciación de plantas de potencia mediante ciclos combinados. Motores de combustión interna.

Comportamiento y prestaciones de las unidades térmicas: intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, combustores, calderas convencionales y de recuperación, motores térmicos alternativos y rotativos de combustión interna y externa, unidades de producción de frío por compresión y por absorción. Selección de las unidades térmicas según criterios técnicos y económicos. Uso racional de la energía e impacto ambiental.

Unidades temáticas.

UNIDAD 1: FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA

1.1 Conceptos fundamentales. Definición de sistema y medio ambiente. Sistemas cerrados y abiertos. Sistemas de flujo permanente y no permanente. Transformaciones cuasi-estáticas. Propiedades intensivas y extensivas. Propiedades de un sistema. Estado y equilibrio. Presión. Temperatura, escalas. Principio cero de la termodinámica. Concepto de Energía y Transferencia de Energía. Calor y Trabajo. Unidades.

1.2 a-. Sustancia pura. Estados de agregación. Fases. Procesos de cambio de fases. Regla de las fases. Diagrama de fases. Superficies P-v-T. Gases y vapores. Título de un vapor. Vapor saturado y sobrecalentado. Tablas de propiedades. b- Sistemas con una sola fase. Gases ideales. Ecuación de estado para gases ideales. Mezclas de gases ideales. Gases reales. Estados correspondientes. Factor de compresibilidad.

1.3. Primera ley de la Termodinámica. Primera ley para sistemas abiertos y cerrados. Primera ley para sistemas de flujo permanente y no permanente. Volumen de control. Principio de conservación de masa y energía. Balances de energía y de materia. Sistemas circulantes. Flujo uniforme. Trabajo de flujo. Definición de la función entalpía. Sus propiedades. Calor específico. Energía interna y entalpía para sólidos y líquidos. Algunos dispositivos de ingeniería de flujo permanente: Turbinas y compresores. Válvulas de estrangulamiento. Cámaras de mezcla. Intercambiadores de calor.

1.4. Transformaciones de gases. Estudio de las transformaciones isocoras, isobaras, isotermas y adiabáticas cuasi-estáticas de gases ideales. Trabajo de expansión. Transformaciones politrópicas. Aplicación a sistemas cerrados y circulantes.

1.5. Segunda ley de la Termodinámica. Introducción a la Segunda ley de la Termodinámica. Depósitos de energía térmica. Máquinas térmicas. Eficiencia térmica. Enunciados Kelvin-Planck y Clausius de la Segunda Ley. Su equivalencia. Reversibilidad e irreversibilidad y sus consecuencias. Procesos interna y externamente reversibles. La Segunda ley para sistemas cerrados. Ciclos en máquinas térmicas

reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Consecuencias. Ciclo de Carnot. La eficiencia de una máquina de Carnot. Calidad de la energía. La segunda ley para sistemas abiertos. Entropía. Desigualdad de Clausius. Entropía e irreversibilidad. Transferencia de calor isotérmica e internamente reversibles. El principio del incremento de entropía. Equilibrio. Diagramas de propiedades que incluyen la entropía. Generación de entropía: transferencia de calor a través de diferencias finitas de temperatura, fricción, mezclado. Balance entrópico para sistemas cerrados. Balance de entropía en volúmenes de control. Eficiencia adiabática para turbinas, compresores, bombas y toberas.

1.6. La Primera y la Segunda ley Combinadas: Exergía. Trabajo máximo disponible. Trabajo reversible e irreversibilidad. Trabajo de los alrededores. Trabajo útil. La destrucción de la Exergía. Balance exergético. Eficiencia de la Segunda Ley. Rendimiento exergético para máquinas y procesos. Análisis de la segunda ley en sistemas cerrados y en sistemas de flujo permanente. Introducción al análisis termodinámico de procesos.

1.7. Ciclos. Tipos de ciclos. Idealizaciones en el análisis de ciclos. Ciclo de Carnot. Consideraciones prácticas. Ciclos que involucran vapores.

a- Ciclos de potencia de vapor. Rendimiento térmico. Ciclos de vapor de Carnot. Ciclo Rankine. Eficiencia. Modos de incrementar la eficiencia de un ciclo Rankine. Sobrecalentamiento. Recalentamiento intermedio. Ciclos regenerativos. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia de vapor.

b- Ciclos frigoríficos. Ciclo invertido de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. Coeficientes de efecto frigorífico. Refrigerantes. Refrigeración por compresión. Refrigeración por absorción.

1.8. Ciclos y procesos que involucran gases. Ciclos de motores a gas. Suposición de aire estándar. Dispositivos cilindro-émbolo. Encendido de chispa y por compresión. Autoencendido. Ciclos Otto, Diesel, Dual y Brayton. Ciclo Brayton con regeneración, inter-enfriamiento y recalentamiento. Eficiencias. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia. Toberas y difusores. Velocidad del sonido en un gas. Número de Mach. Estado de estancamiento. Estudio de la forma de toberas y difusores adiabáticos. Relación crítica de presiones.

1.9. Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire. Definiciones de aire seco y aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Temperatura de rocío. Entalpía del aire húmedo. Diagrama entálpico y psicrométrico del aire húmedo. Enfriamientos con y sin

deshumidificación. Calentamientos con y sin humidificación. Enfriamiento evaporativo. Balances de materia. Temperaturas de bulbo seco, de bulbo húmedo, y de saturación adiabática. Torres de enfriamiento de tiro natural y forzado

UNIDAD 2: ENERGÍA Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA A FORMAS UTILIZABLES.

2.1 Recursos energéticos convencionales y no convencionales según su naturaleza: Mecánica, química o térmica.

Principales procesos convencionales y no convencionales de conversión o de transformación a vectores energéticos utilizables.

2.2 Termoquímica y combustión:

Combustibles y combustión. Estequiometría de la combustión. Procesos de combustión teórico y real. Exceso y defecto de aire. Entalpía de combustión. Poderes caloríficos superior e inferior de los combustibles. Análisis de la primera ley en sistemas reactivos. Diagrama entálpico de humos. Temperatura de llama adiabática.

2.3 Transmisión de calor: Modos de transmisión de calor.

a-Transmisión de calor por conducción. Coeficientes de conductibilidad térmica para sólidos, líquidos y gases. Efecto de la temperatura. Resistencia térmica. Materiales aislantes. Régimen permanente. Casos de paredes simples y compuestas, planas y cilíndricas. Perfiles de temperaturas.

b-Transmisión de calor por convección. Concepto de mecanismo de convección natural y forzada. Regímenes laminares y turbulentos. Capa límite laminar, su importancia en la transmisión de calor.

c-Transmisión de calor por radiación. Coeficientes de transmisión, absorción y reflexión- Cuerpo negro.

2.4 Generación de vapor: calderas convencionales y de recuperación. Características de diseño y operación. Análisis por primer y segundo principio de la Termodinámica.

2.5 Eficiencia térmica: Turbina de gas. Turbina de vapor. Regeneración. Tratamiento del agua de alimentación. Cogeneración. Potencial de cogeneración. Repotenciación de plantas de potencia mediante ciclos combinados.

2.6 Motores de combustión interna: Curvas características de potencia, par motor, consumo específico y rendimiento volumétrico de un motor alternativo de combustión interna de un ciclo Otto.

UNIDAD 3: CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS Y SELECCIÓN TECNO-ECONÓMICA DE UNIDADES TÉRMICAS

3.1 Comportamiento y prestaciones de las unidades térmicas: intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, combustores, calderas convencionales y de recuperación, motores térmicos alternativos y rotativos de combustión interna y externa, unidades de producción de frío por compresión y por absorción.

3.2 Selección de las unidades térmicas según criterios técnicos y económicos: Características operativas. Indicadores cualitativos. Uso racional de la energía e impacto ambiental.

3.3 Ahorro en recursos energéticos según el Primer Principio de la Termodinámica. (aislaciones térmicas, integración calórica, aprovechamiento del calor residual, regeneración, utilización de vapor flash).

3.4 Ahorro en recursos energéticos según el Segundo Principio de la Termodinámica. (recuperación exergética, cogeneración, ciclos combinados).

Bibliografía Obligatoria:

- Termodinámica - Cengel y Boles Ed. Mc Graw Hill, 1996.
- Fundamentos de Termodinámica Técnica - Morán y Shapiro. Ed. Reverté, 1994)
- Termodinámica para Ingenieros - Balzhiser y Samuels Ed. Prentice Hall
- Los Principios de la Termodinámica y sus Aplicaciones – A. Buckingham Ed. Alambra

Bibliografía de consulta:

- Termodinámica - Wark Kenneth. Ed. Mc Graw Hill, 1992.

Propuesta didáctica

Las clases se organizan en modalidades teórico- prácticas con soporte de presentaciones digitales.

En las clases se presentan los contenidos teóricos y se resuelven en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos.

Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso y se realizan experiencias con equipos didácticos provistos en el aula, siguiendo una guía práctica determinada.

Temas de trabajos prácticos

- 1) Conceptos y principios básicos
- 2) Propiedades de las sustancias puras
- 3) Trabajo y calor
- 4) El primer principio de la termodinámica
- 5) El segundo principio de la termodinámica
- 6) Entropía
- 7) Exergía
- 8) Ciclos de potencia de vapor y gas
- 9) Ciclos de refrigeración de vapor y gas
- 10) Relaciones termodinámicas
- 11) Mezclas y Acondicionamiento de aire
- 12) Combustión.

Las experiencias a realizar permiten el trabajar sobre los conceptos, que sean de fácil dominio por parte de los estudiantes y generan instancias de trabajo colaborativo, ejercitación individual, interacción entre los Docentes y los estudiantes.

Temas de trabajos de laboratorio:

1. Mediciones de temperatura y calibración
2. Mediciones de presión y calibración
3. Presión de saturación del vapor
4. Calorímetro
5. Expansión de gases
6. Conducción lineal del calor

Problemas abiertos de ingeniería

Se plantearan problemas abiertos de ingeniería, para los cuales la solución no es única y requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnológicas.

Tanto para las actividades experimentales como para el trabajo en los problema abiertos de ingeniería se emplearan herramientas informáticas como software de simulación SIMULINK, y planillas de calculo que facilitan la aplicación práctica de los conceptos de termodinámica.

Con ello se estimulara la capacidad de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área.

Temas a resolver: Conducción Térmica en Construcciones Domiciliarias

Actividades extra-áulicas: La entrega de los trabajos prácticos no será obligatoria, cada docente indicará los ejercicios de entrega indispensable en cada caso. Con esto se buscará el compromiso del estudiante con la disciplina, junto con la preparación para las clases subsiguientes. Los temas de los trabajos son los mencionados en el punto anterior.

Evaluación: La evaluación se realiza a través de dos parciales teórico práctico de desarrollo conceptual y ejercicios seleccionados de las prácticas.

Cada parcial consta de una instancia de recuperación. Agregada a todas estas existe una instancia más para evaluar los conceptos que no hayan sido aprobados en las instancias anteriores.