

Asignatura: **Termotecnia e Instalaciones
Térmicas**

Código: 10-09605	RTF	10
Semestre: quinto	Carga Horaria	120
Bloque: Tecnologías Básicas (TB)	Horas de Práctica	31

Departamento: Máquinas

Correlativas:

- Física 1

Contenido Sintético:

- Introducción y conceptos básicos.
- Energía, transferencia de energía y análisis general de energía
- Propiedades de las sustancias puras
- 1era ley de la termodinámica
- 2da ley de la termodinámica
- Ciclos de potencia de gas
- Ciclos de potencia de vapor
- Ciclos de refrigeración
- Aire atmosférico y acondicionamiento de aire
- Instalaciones termo mecánicas
- Instalaciones de vapor
- Centrales térmicas
- Instalaciones de aire comprimido
- Ventilación industrial, aire acondicionado e instalaciones de frío

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma

Competencias Específicas:

- CE1.2.1. Diseñar, proyectar, especificar, modelar y planificar las instalaciones (eléctricas, térmicas y para adaptar layout) requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y

servicios). (M)

- CE2.2.1. Evaluar la sustentabilidad técnico-económica y ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios). (M)

Aprobado por HCD: 943-HCD-2023

RES: Fecha: 10/11/2023

Presentación

Teniendo en cuenta la formación profesional y el perfil que se pretende para el futuro egresado de la carrera de grado de Ingeniería Industrial, resulta fundamental aportar al alumno en este nivel los conocimientos y desarrollar las capacidades y competencias que le permitan aplicar los principios termodinámicos utilizando como herramientas los conocimientos adquiridos en las ciencias básicas, con espíritu de cambio y capacidad innovadora en pos de la solución de los problemas básicos de la especialidad, principalmente en el área de las máquinas y las Instalaciones Térmicas.

Esta materia pertenece al tercer año (quinto semestre) de la carrera, y al momento de transitar la misma el estudiante ha completado en gran parte los conocimientos de las ciencias básicas y ya ha sido introducido en algunas prácticas de laboratorio.

En esta materia el estudiante, reforzará los conceptos de transformación de la energía en sus diferentes formas, poniendo especial interés en las máquinas e instalaciones que utilizan y transforman la energía térmica en otras energías y viceversa. Conocerán los componentes y sistemas utilizados en las instalaciones termofluídicas. Adquirirán los conocimientos de los requerimientos básicos a cumplimentar por las mismas. Aplicarán normativas Parámetros y criterios de diseño de circuitos básicos y criterios de selección de componentes y de sistemas.

Contenidos

1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

Termodinámica y energía. Importancia de las dimensiones y unidades. Sistemas y volúmenes de control. Propiedades de un sistema Continuo. Densidad y densidad relativa. Estado y equilibrio. Procesos y ciclos. Temperatura y ley cero de la termodinámica. Presión. Manómetro, barómetro y presión atmosférica. Técnica para la resolución de problemas.

2. ENERGÍA, TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y ANÁLISIS GENERAL DE ENERGÍA

Introducción. Formas de energía. Transferencia de energía por calor. Transferencia de energía por trabajo. Formas mecánicas del trabajo. Eficiencia en la conversión de energía. Energía y ambiente.

3. PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS:

Sustancia pura. Fases de una sustancia pura. Procesos de cambio de fase en sustancias puras. Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase. Tablas de propiedades. Ecuación de estado de gas ideal. Factor de compresibilidad, una medida de la desviación del comportamiento de gas ideal. Otras ecuaciones de estado.

4. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Trabajo de frontera móvil. Balance de energía para sistemas cerrados. Calores específicos. Energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales. Energía interna, entalpía y calores específicos de sólidos y líquidos. Conservación de la masa.

Trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento. Análisis de energía de sistemas de flujo estable. Algunos dispositivos de Ingeniería de flujo estable. Análisis de procesos de flujo inestable

5. LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Introducción a la segunda ley. Depósitos de energía térmica. Máquinas térmicas Eficiencia térmica. Refrigeradores y bombas de calor. Procesos reversibles e irreversibles. El ciclo y los principios de Carnot. Escala termodinámica de temperatura. La máquina térmica de Carnot. El refrigerador de Carnot y la bomba de calor. Entropía. El principio del incremento de entropía. Cambio de entropía de sustancias puras, líquidos, sólidos y gases ideales. Procesos isentrópicos. Las relaciones $T ds$. Trabajo reversible en flujo estable. Minimización del trabajo del compresor. Eficiencias isentrópicas de dispositivos de flujo estable. Exergía: potencial de trabajo de la energía. Trabajo reversible e irreversibilidad. Eficiencia de la segunda ley.

6. CICLOS DE POTENCIA DE GAS

Consideraciones básicas para el análisis de los ciclos de potencia. El ciclo de Carnot y su valor en ingeniería. Suposiciones de aire estándar.

Motores alternativos: Breve panorama de las máquinas recíprocas, Ciclos Otto, Diesel, Stirling y Erickson.

Turbomáquinas: Generalidades. Ciclos: Brayton, Brayton con regeneración, Brayton con interenfriamiento, recalentamiento y regeneración. Ciclos ideales de propulsión de chorro.

Turbinas de Gas: Descripción de los elementos esenciales, Funcionamiento, Órganos complementarios y sistemas auxiliares. Aplicaciones.

7. CICLOS DE POTENCIA DE VAPOR

El ciclo de vapor de Carnot. Ciclo Rankine: el ciclo ideal para los ciclos de potencia de vapor. Desviación de los ciclos de potencia de vapor reales respecto de los idealizados. ¿Cómo incrementar la eficiencia del ciclo Rankine?. El ciclo Rankine ideal con recalentamiento. El ciclo Rankine ideal regenerativo. Cogeneración. Ciclos de potencia combinados de gas y vapor. Centrales de Ciclo combinado.

8. CICLOS DE REFRIGERACIÓN

Refrigeradores y bombas de calor. El ciclo de Carnot invertido. El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor. Ciclos reales de refrigeración por compresión de vapor. Selección del refrigerante adecuado. Sistemas de bombas de calor. Sistemas innovadores de refrigeración por compresión de vapor. Ciclos de refrigeración de gas. Sistemas de refrigeración por absorción. Generación de potencia termoeléctrica y sistemas de refrigeración.

9. AIRE ATMOSFÉRICO Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Aire seco y atmosférico. Humedad específica y relativa del aire. Temperatura de punto de rocío. Saturación adiabática y temperaturas de bulbo húmedo. La carta psicrométrica Comodidad humana y acondicionamiento de aire. Procesos de acondicionamiento de aire.

10. INSTALACIONES TERMOMECAÑICAS

Calefacción. Balance térmico. Sistemas de calefacción. Calefactores a gas natural y envasado. Calefacción central con radiadores. Instalaciones de agua caliente y vapor. Suelo radiante. Calefacción por tubos radiantes. Sistemas de calefacción combinados con aire acondicionado. Calefactores de conductos. Cañerías. Montaje. Distintos tipos de aplicaciones y materiales utilizados. Válvulas y accesorios.

11. INSTALACIONES DE VAPOR

Calderas. De Tubo de Humo, Acuotubulares, Reactores de Energía Nuclear. Diagramas de Conexiones. Cañerías. Trampas de vapor. Válvulas.

12. INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO

Reseña histórica y ventajas. Concepto de aire libre. Compresores. Sala de máquinas. Depósitos de aire. Humedad y secado del aire. Selección de componentes en una planta de aire comprimido, cañerías, reguladores, lubricadores, válvulas, etc. Ejemplos de aplicación de instalaciones de aire comprimido. Bombas de vacío.

13. VENTILACIÓN INDUSTRIAL, AIRE ACONDICIONADO E INSTALACIONES DE FRÍO

Ventilación en los lugares de trabajo. Clasificación de los métodos de trabajo. Diseño de un sistema de ventilación. Aire acondicionado. Características del local y fuentes de cargas térmicas. Balance térmico. Sistemas de aire acondicionado. Conductos de aire. Filtrado de aire. Clasificación de contaminantes. Clasificación de filtros. Aplicaciones hospitalarias. Conservación de Alimentos. Equipos Frigoríficos. Cámaras Frigoríficas. Selección de Cámaras Frigoríficas. Diversos tipos de Equipamientos.

14. CENTRALES TÉRMICAS

Descripción de una central de Ciclo combinado

Metodología de enseñanza

La modalidad de dictado de la asignatura es presencial (sincrónica), pudiendo utilizar aula híbrida o videoconferencia. Existe una Planificación semanal de actividades y evaluaciones según contenido abordado y material de lectura. Los entornos virtuales donde se desarrolla la actividad académica son: Aula Virtual en Plataforma Moodle en donde el alumno puede encontrar todo el material necesario para el desarrollo del curso.

A partir de estas posibilidades, el desarrollo general de la materia se basa en clases teórico-prácticas con la metodología del aula invertida, por ello las estrategias de enseñanza que hemos seleccionado para llevar adelante nuestra propuesta son: exposición dialogada, resolución de problemas y estudio de casos.

Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico obligatorio. A su vez se ofrecerán trabajos prácticos que favorecerán el proceso de lectura y análisis del contenido como forma de evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan

a que el alumno adquiera los conocimientos de los requerimientos básicos a cumplimentar, parámetros, criterios de diseño, circuitos básicos, criterios de selección de componentes y sistemas de una instalación termoflúida.

En la planificación de la asignatura, también está prevista la visita a una Central Térmica, como complemento final de este aprendizaje.

Evaluación

La evaluación se realizará a través de tres parciales prácticos (Pudiendo recuperar uno) a lo largo del semestre y un coloquio integrador al final del mismo más la realización de nueve actividades prácticas individuales y una grupal, que corresponderá a la entrega de un informe técnicos de la visita realizada a la central térmica. Durante el desarrollo y evaluación de las actividades, el docente a cargo de las mismas evaluará el desempeño y desarrollo de competencias mediante la siguiente rúbrica.

RÚBRICA

Criterio 1: Identificar y Resolver Problemas de Ingeniería (Parciales Prácticos)

Nivel de Desempeño	Descripción	Porcentaje del examen	Nota
Sobresaliente	El estudiante demuestra un profundo entendimiento de los problemas de diseño y resuelve de manera eficaz los retos relacionados con las instalaciones térmicas en los parciales. Las soluciones se fundamentan en una aplicación sólida de los principios termodinámicos y muestran un nivel excepcional de análisis y optimización.	89 al 96	9
		97 al 100	10
Competente	El estudiante identifica y aborda adecuadamente los problemas de diseño en los parciales, aplicando los conceptos aprendidos en clase. Las soluciones son coherentes y demuestran comprensión de los principios clave, aunque podrían beneficiarse de una mayor profundidad en el análisis.	67 al 73	6
		74 al 81	7
		82 al 88	8
Básico	El estudiante muestra esfuerzo en abordar los problemas de diseño, pero las soluciones son limitadas en términos de precisión y aplicación de los conceptos. Se observan algunas deficiencias en el análisis y la resolución de problemas.	55 al 58	4
		59 al 66	5
Insuficiente	El estudiante presenta dificultades significativas para identificar y resolver los problemas de diseño en los parciales, mostrando un entendimiento limitado de los conceptos clave. Las soluciones carecen de precisión y profundidad en el análisis.	0 al 54	1 – 2 - 3

Criterio 2: Dominio Teórico (Coloquio Integrador)

Nivel de Desempeño	Descripción	Nota
Sobresaliente	En el coloquio, el estudiante demuestra un profundo conocimiento de los conceptos teóricos relacionados con instalaciones térmicas, respondiendo con solidez a las preguntas y demostrando la capacidad de relacionar los conceptos con casos prácticos. Las respuestas reflejan un entendimiento completo y un análisis crítico.	9 - 10

Competente	El estudiante muestra un buen entendimiento de los conceptos teóricos en el coloquio, respondiendo de manera competente a las preguntas. Las respuestas son coherentes y reflejan una comprensión adecuada, aunque podrían beneficiarse de mayor profundidad en la argumentación.	6 - 7 - 8
Básico	En el coloquio, el estudiante presenta un conocimiento limitado de los conceptos teóricos, respondiendo de manera básica a las preguntas planteadas. Las respuestas carecen de detalles y análisis sustancial.	4 - 5
Insuficiente	El estudiante demuestra un dominio insuficiente de los conceptos teóricos en el coloquio, presentando dificultades para responder adecuadamente a las preguntas formuladas. Las respuestas carecen de claridad y coherencia.	1 - 2 - 3

Criterio 3: Resolución de Ejercicios Prácticos (Trabajos individuales)

Nivel de Desempeño	Descripción
Sobresaliente	Entregó la totalidad de los trabajos prácticos, con un 80 % de los mismos entregados en tiempo y en forma.
Suficiente	Entregó la totalidad de los trabajos prácticos solicitados.
Insuficiente	No completó la entrega de los trabajos prácticos solicitados.

Criterio 4: Informe Técnico de Visita a Central Térmica (Trabajo Grupal)

Nivel de Desempeño	Descripción
Competente	El informe técnico presenta un análisis adecuado de la visita, cubriendo los aspectos técnicos relevantes de manera coherente. Se refleja un buen entendimiento de los conceptos y la información se presenta de manera organizada.
Suficiente	El informe técnico del grupo aborda de manera básica los aspectos de la visita a la central térmica, pero carece de profundidad en el análisis y la presentación de los resultados. Se observan deficiencias en la estructura y claridad del informe.
Insuficiente	El informe técnico es insuficiente en términos de análisis y contenido. La presentación de los aspectos técnicos de la visita es limitada y carece de coherencia y estructura.

Condiciones de aprobación

1. Las condiciones para regularizar la materia son:
 - Haber obtenido la condición de suficiente en los trabajos prácticos individuales y grupales
 - Tener aprobado 2 de los tres exámenes parciales

2. Las condiciones para promocionar la materia son:
 - Haber obtenido la condición de suficiente en los trabajos prácticos individuales y grupales
 - Tener aprobado los tres exámenes parciales

- Aprobar el coloquio integrador

LA NOTA FINAL SE REALIZARÁ DE ACUERDO A LA SIGUIENTE FÓRMULA:

$NF = 0.55$ (Promedio de los parciales prácticos aprobados) + $0.35 C$ + 0.5 (Si alcanzó la condición de sobresaliente en el trabajo individual) + 0.5 (Si alcanzó la condición competente en el trabajo grupal)

El redondeo de la nota se hará por exceso si el decimal es mayor o igual a 0.5 y por defecto en el caso que fuera menor de 0.5

Ejemplo:

Parcial 1: 6

Parcial 2: 8

Parcial 3: 2

Recuperatorio: 8

Coloquio: 7

Trabajos Prácticos individuales: Suficiente

Trabajo Práctico Grupal: Competente

$$NF = 0.55 \times ((6+8+8) / 3) + 0.35 \times 7 + 0.5 = 6.98 \text{ luego } NF = 7 \text{ (siete)}$$

Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas individuales consistirán en la resolución de problemas y ejemplos de aplicación de cada una de las unidades desarrolladas. De manera especial en el desarrollo de la unidad de Ventilación industrial, aire acondicionado e instalaciones de frío, se desarrollará un práctico que incluirá la generación de una base de datos sobre materiales para instalaciones de ventilación, aire acondicionado e instalaciones frigoríficas, el cómputo métrico y el análisis económico de la

Instalación con la utilización de un Software para selección de componentes.

También como actividad práctica, está prevista la visita a una Central Térmica (preferiblemente de ciclo combinado).

Resultados de aprendizaje

Competencia Genérica 1 (CG1) - Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería:

- Identificar problemas de diseño en instalaciones térmicas y resolverlos aplicando los principios de la 1ra y 2da ley de la termodinámica, con el objetivo de optimizar la eficiencia energética y el rendimiento de los sistemas. (Contextos realistas de ingeniería)

Competencia Genérica 4 (CG4) - Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería:

- Aplicar el cálculo manual, planillas de cálculo y/o utilizar software de simulación especializado para modelar sistemas de ciclo de potencia de gas y vapor, con el propósito de analizar el comportamiento térmico y energético. (Laboratorios virtuales)

Competencia Específica 1.2.1 (CE1.2.1) - Diseñar, proyectar, especificar, modelar y planificar las instalaciones requeridas para la producción y comercialización de producto:

- Diseñar instalaciones térmicas considerando normativas de seguridad y eficiencia energética, con el fin de garantizar la distribución adecuada de energía en entornos industriales. (Reglamentación vigente)
- Modelar ciclos de refrigeración aplicando propiedades termodinámicas, con el propósito de analizar el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de refrigeración industrial. (Principios de termodinámica)
- Planificar sistemas de acondicionamiento de aire basados en cálculos de transferencia de calor, con el objetivo de crear ambientes confortables y seguros en espacios industriales. (Condiciones de confort térmico)

Competencia Específica 2.2.1 (CE2.2.1) - Evaluar la sustentabilidad técnico-económica y ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios):

- Comunicar los resultados de análisis de instalaciones térmicas mediante informes técnicos claros y concisos, dirigidos a diferentes audiencias (técnicos, gerencia, clientes), para respaldar la toma de decisiones informadas. (Comunicación efectiva)

Bibliografía

Unidades 1 al 9

Termodinámica - Yunus A. Cengel - Michael A. Boles - Octava Edición -McGraw-Hill – 2018

Bibliografía complementaria.

Fundamentos de termodinámica /Gordon J. Van Wylen, Richard E. Sonntag, Claus Borgnakke. 2a. ed. México, D.F. : Limusa, c2003.

Termodinámica - Virgil Moring Faires, Clifford Max Simmang - Ed- Limusa -1991

Unidades 10 al 13

Aire Comprimido. E. Carnicier Royo.

Fundamentos de ventilación industrial. Vaturín.

Instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción – Nestor Quadri

Manual de aire acondicionado. Carrier.

Manual de Cálculo de Instalaciones – Nestor Quadri.

Manual de Técnicas del Aire Comprimido. Pokorni.

Manual de diseño de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado. Grimm N. Mc.Graw Hill.

Manual Técnico de Aire Comprimido – Editorial Blume.

Principios de Refrigeración y Calefacción (5ta ed.). Dossat R.

Refrigeración y Conservación de Alimentos – Ramírez Miralles.

Unidad 14

Centrales térmicas de Ciclo combinado. Garrido Santiago Ed. Renovetec