



I. IDENTIFICACIÓN

Carrera	Ingeniería Industrial		Semestre	Quinto	
Materia	Termodinámica		Código de la materia	433	
Prerrequisitos	Física II, Análisis Matemático II		Créditos Académicos	6	
Horas Semanales	Teóricas	2	Horas Semestrales	Teóricas	32
	Prácticas	1		Prácticas	16
	Laboratorio	1		Laboratorio	16
	THI	8		HTAI	128
	Total - HS	12		Total - THA	192

II. FUNDAMENTACIÓN

En la práctica la ingeniería electromecánica requiere la aplicación de los Principios de la Termodinámica. El conocimiento de estos principios es básico en ingeniería, por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), una refinera de petróleo, un ciclo de refrigeración, etc. El conocimiento de si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad es imprescindible para el diseño de nuevos procesos, así como el conocimiento de las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que imposibilitan obtener esas máximas prestaciones. El estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos de trabajo que circulan por los dispositivos, agua, aire, refrigerantes, gases y mezcla de gases, es indispensable para analizar el comportamiento de los sistemas térmicos.

III. OBJETIVOS

GENERAL

- ❖ Analizar cualitativa y cuantitativamente las transformaciones de la energía desde un punto de vista macro y microscópico y su interacción con la materia
- ❖ Calcular las propiedades termodinámicas de los diferentes fluidos empleados en ingeniería térmica, con la ayuda de tablas, diagramas y programas informáticos

ESPECÍFICOS

- ❖ Aplicar los conceptos de temperatura y presión, así como los dispositivos empleados para sus medidas

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 1 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPUA – U.N.I.

Creada por Ley N°:1.009/96 del 03/12/96

Facultad de Ingeniería

Abg. Lorenzo Zacarías 255 c/ Ruta 1- Km 2,5, Barrio Caaguy Roró, Encarnación – Paraguay

www.fiuni.edu.py

ingenieria@fiuni.edu.py



- ❖ Describir los diferentes tipos de sistemas abiertos, su función y su aplicación en ciclos termodinámicos.
- ❖ Analizar el funcionamiento de los sistemas de refrigeración y bomba de calor, identificando los componentes, así como los ciclos empleados para obtener altas prestaciones.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

UNIDAD 1: CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA

- 1.1. Objeto de la termodinámica – áreas de aplicación – aspectos ambientales.
- 1.2. Sistemas termodinámicos y volumen de control.
- 1.3. Criterios macroscópicos y microscópicos – Sistemas de unidades.
- 1.4. Formas de energía – Energía interna.
- 1.5. Estados y propiedades de un sistema – procesos y ciclos.
- 1.6. Presión y volumen específico.
- 1.7. Problemas de aplicación.

UNIDAD 2: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS

- 2.1. Concepto. Fases de una sustancia pura
- 2.2. Procesos de cambio de fase de sustancias puras. Vaporización, fusión y sublimación. Punto crítico y punto triple.
- 2.3. Propiedades independientes
- 2.4. Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase. Tabla de propiedades.
- 2.5. Superficies termodinámicas
- 2.6. Ecuación de estado de gas ideal. Factor de compresibilidad. Otras ecuaciones de estado. Problemas de aplicación.

UNIDAD 3: TRABAJO Y CALOR

- 3.1. Definición de trabajo. Unidades y signos del trabajo. Trabajo debido al movimiento de frontera de un sistema simple compresible en un proceso cuasi-estático
- 3.2. Formas mecánicas y no mecánicas del trabajo.
- 3.3. Definiciones de calor. Unidades y signo del calor. Comparación entre el calor y el trabajo. Problemas de aplicación.

UNIDAD 4: PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

- 4.1. Primera ley para un sistema recorriendo un ciclo. Primera ley para un sistema que cambia de estado.
- 4.2. Energía interna, propiedad termodinámica.
- 4.3. Forma diferencial de la primera ley. Análisis de un problema y técnica de solución.

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 2 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPUA – U.N.I.

Creada por Ley N°:1.009/96 del 03/12/96

Facultad de Ingeniería

Abg. Lorenzo Zacarías 255 c/ Ruta 1- Km 2,5, Barrio Caaguy Roroy, Encarnación – Paraguay

www.fiuni.edu.py

ingenieria@fiuni.edu.py



- 4.4. La propiedad termodinámica entalpía.
- 4.5. Calores específicos a volumen y a presión constantes. Energía interna, entalpía y calor específico de los gases ideales.
- 4.6. Ecuación de la primera ley en términos de flujo de calor y trabajo. Problemas de aplicación.

UNIDAD 5: PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA – VOLUMEN DE CONTROL

- 5.1. Análisis termodinámicos de volúmenes del control.
- 5.2. Conservación de masa y volumen de control.
- 5.3. La primera ley de la termodinámica para un volumen de control.
- 5.4. El proceso de flujo permenante.
- 5.5. Algunos dispositivos de ingeniería de flujo permanente.
- 5.6. Coeficiente Joule. Thomson y el proceso de estrangulamiento.
- 5.7. El proceso de flujo uniforme.
- 5.8. Problemas de aplicación.

UNIDAD 6: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

- 6.1. Introducción a la Segunda Ley de la Termodinámica. Depósitos de Energía Térmica
- 6.2. Máquinas Térmicas. Rendimiento Térmico
- 6.3. Enunciado de Kelvin-Planck de la Segunda Ley
- 6.4. Refrigeradores y Bombas de Calor
- 6.5. Enunciado de Clausius de la Segunda Ley
- 6.6. Procesos Reversibles e Irreversibles – Factores de la Irreversibilidad de los Procesos
- 6.7. El Ciclo de Carnot – Dos Teoremas relativos al Rendimiento del Ciclo de Carnot. La Escala Termodinámica de Temperatura. La Máquina Térmica de Carnot. El Refrigerador y la Bomba de Calor de Carnot
- 6.8. Problemas de Aplicación.

UNIDAD 7: ENTROPÍA

- 7.1. La Desigualdad de Clausius – Entropía – Propiedad de un Sistema.
- 7.2. Entropía para una Sustancia Pura.
- 7.3. Variación de Entropía en procesos reversibles.
- 7.4. Dos Ecuaciones Termodinámicas Importantes.
- 7.5. Variación de Entropía para un Sistema durante un Proceso irreversible.
- 7.6. Generación de Entropía – Principio del Incremento de Entropía – Variación de Entropía para un gas Ideal – Algunos comentarios generales referentes a la Entropía.
- 7.7. Problemas de Aplicación.

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 3 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPUA – U.N.I.

Creada por Ley N°:1.009/96 del 03/12/96

Facultad de Ingeniería

Abg. Lorenzo Zacarías 255 c/ Ruta 1- Km 2,5, Barrio Caaguy Rory, Encarnación – Paraguay

www.fiuni.edu.py

ingenieria@fiuni.edu.py



UNIDAD 8: IRREVERSIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD

- 8.1. Disponibilidad – Trabajo reversible e Irreversibilidad.
- 8.2. Eficiencia de la Segunda Ley de la Termodinámica.
- 8.3. Análisis de la Segunda Ley en Sistemas Cerrados.
- 8.4. Aspectos de la Segunda Ley en la Vida Diaria.

UNIDAD 9: CICLOS DE POTENCIA DE GAS

- 9.1. Consideraciones Básicas en el Análisis de Ciclos de Potencia.
- 9.2. El Ciclo de Carnot y su valor en Ingeniería.
- 9.3. Suposiciones de Aire Estándar.
- 9.4. Breve Panorama de las Máquinas Reciprocantes.
- 9.5. Ciclo de Otto.
- 9.6. Ciclo Diesel.
- 9.7. Ciclo Brayton.
- 9.8. Ciclos Ideales de Propulsión a Chorro.
- 9.9. Problemas de Aplicación.

UNIDAD 10: CICLOS DE POTENCIA DE VAPOR Y COMBINADOS

- 10.1. El ciclo de vapor de Carnot.
- 10.2. Ciclo Rankine - ¿Cómo incrementar la eficiencia del Ciclo Rankine?
- 10.3. El ciclo ideal Rankine de Recalentamiento.
- 10.4. El Ciclo ideal Rankine Regenerativo.
- 10.5. Desviación de los Ciclos de Potencia de Vapor Reales respecto de los Idealizados.
- 10.6. Cogeneración.
- 10.7. Ciclos de Potencia Combinados de Gas-Vapor.
- 10.8. Problemas de Aplicación.

UNIDAD 11: CICLOS DE REFRIGERACIÓN

- 11.1. Refrigeradores y Bombas de Calor.
- 11.2. El Ciclo Invertido de Carnot.
- 11.3. El Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de vapor.
- 11.4. Ciclos Reales de Refrigeración por Compresión de Vapor.
- 11.5. Selección del Refrigerante Adecuado.
- 11.6. Sistemas de Bombas de Calor.
- 11.7. Problemas de Aplicación

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 4 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPUA – U.N.I.

Creada por Ley N°:1.009/96 del 03/12/96

Facultad de Ingeniería

Abg. Lorenzo Zacarías 255 c/ Ruta 1- Km 2,5, Barrio Caaguy Roró, Encarnación – Paraguay

www.fiuni.edu.py

ingenieria@fiuni.edu.py



V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

La metodología a ser utilizada será la exposición del profesor, demostración de teoremas, la resolución de ejercicios y problemas interactuando constantemente con el alumno a fin impartir clases dinámicas.

Las prácticas de aula permitirán que el alumno participe individualmente y/o en grupo, resolviendo problemas propuestos por el profesor y planteando preguntas sobre aquellas cuestiones que no le hayan quedado claras. Se trata fundamentalmente de que las prácticas de aula sean participativas y permitan ver el grado de seguimiento de la asignatura por parte de los estudiantes.

Las clases de problemas tienen por objetivo el manejo en la práctica de los conceptos y leyes mostrados previamente en la teoría; aparte de ello, fomentan el aprendizaje de técnicas para su resolución, conduciendo al desarrollo de la capacidad de razonamiento.

Las horas de trabajo académico independiente o autónomo del estudiante (H.T.A.I) deben ser presentados en el planeamiento de la cátedra con su respectivo seguimiento y evaluación.

VI. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Para las evaluaciones de proceso se tendrán en cuenta tanto los trabajos directos en el aula como los trabajos autónomos del estudiante con acompañamiento del docente. Se podrán utilizar como instrumento: pruebas escritas, orales, trabajos prácticos, trabajos de taller, actividades de laboratorio, trabajos de campo, elaboración de proyectos, proyectos interdisciplinarios, estudios de casos, resolución de problemas, memorias de trabajos de investigación o cualquier actividad que establezca la cátedra conforme a su naturaleza y que el docente haya presentado en su planificación de cátedra. Y para los finales se podrán utilizar como instrumento: las pruebas escritas, orales.

Para obtener la calificación se realizará conforme a lo establecido en el Reglamento Académico vigente de la FIUNI.

Para tener derecho a evaluación final en la asignatura el alumno deberá lograr un rendimiento mínimo de cincuenta por ciento en las evaluaciones parciales (en promedio).

Las evaluaciones parciales tendrán un peso del 40% y las finales un peso del 60%. Si el alumno no alcanza en el examen final un rendimiento de 60% como mínimo, será directamente reprobado.

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 5 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPUA – U.N.I.
Creada por Ley N°:1.009/96 del 03/12/96
Facultad de Ingeniería

Abg. Lorenzo Zacarías 255 c/ Ruta I- Km 2,5, Barrio Caaguy Roroy, Encarnación – Paraguay
www.funi.edu.py ingenieria@funi.edu.py



**VII. ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN Y DE RESPONSABILIDAD SOCIAL
UNIVERSITARIA ASOCIADAS A LA CARRERA.**

No aplica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA

- ❖ Wark, Kenneth. *Termodinámica*
- ❖ Van Wylen, Gordon J.; Sonntag, Richard E. *Fundamentos de Termodinámica*
- ❖ Jones, J. B.; Dugan, R. E. *Ingeniería Termodinámica*
- ❖ Lira, Ignacio. *Termotecnia, Teoría y Métodos en Termodinámica Aplicada*
- ❖ Potter, M. y Somerton, C. (2004). *Termodinámica para ingenieros*. México. Editorial McGraw-Hill. 400p. ISBN: 9788448142827
- ❖ Kenneth, W. y Donald, R. (2000). *Termodinámica*. México. Editorial McGraw-Hill. 1048p. ISBN: 9788448128296.
- ❖ Sonntag, R y Borgnakke, C. (2006). *Introducción a la termodinámica para ingeniería*. México. Editorial Limusa. 489p. ISBN:9789681863807.

COMPLEMENTARIA

- ❖ Jones, J. y Dugan, R. (2000) *Ingeniería termodinámica*. Madrid. España. Editorial Prentice Hall. ISBN: 9688808458.
- ❖ Yunus A. ;Cengel y Michael A. (2000). *Termodinámica Tomo I y II* Editorial. Gordon Van
- ❖ Abbot y Van Ness. (2009) *Problemas de Termodinámica*. México. Editorial. McGraw-Hill. Col. Schaum
- ❖ Pittman. (2012). *Problemas de Transmisión del calor*. México. Editorial. McGraw-Hill. Col. Schaum

Aprobado por: CD N° Fecha:	Actualización N° Resolución N° Fecha:	Sello y firma	Página 6 de 6
-------------------------------	---	---------------	---------------