



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROGRAMA DE ESTUDIOS**

**Termodinámica**

**Elaboró:** Dr. Juan Carlos Posadas Basurto Facultad de Ingeniería

**Fecha de aprobación:** H. Consejo Académico H. Consejo de Gobierno  
18 de enero de 2021 20 de enero de 2021  
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

20 ENE 2021

CONSEJOS ACADÉMICO Y DE GOBIERNO  
DICTAMEN: APROBADO



## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>I. Datos de identificación.</b>	3
<b>II. Presentación del programa de estudios.</b>	4
<b>III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.</b>	5
<b>IV. Objetivos de la formación profesional.</b>	9
<b>V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.</b>	10
<b>VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.</b>	11
<b>VII. Acervo bibliográfico.</b>	16





### I. Datos de identificación.

Espacio académico  
donde se imparte

**Facultad de Ingeniería**

Estudios profesionales

**Licenciatura de Ingeniería Mecánica, 2019**

Unidad de aprendizaje

**Termodinámica**

Clave

Carga académica

**3**

Horas  
teóricas

**2**

Horas  
prácticas

**5**

Total de  
horas

**8**

Créditos

Carácter

**Obligatorio**

Tipo

**Curso-taller**

Periodo escolar

**Quinto**

Área  
curricular

**Ciencias de la Ingeniería**

Núcleo de  
formación

**Sustantivo**

Seriación

**Ninguna**

**Ingeniería térmica**

UA Antecedente

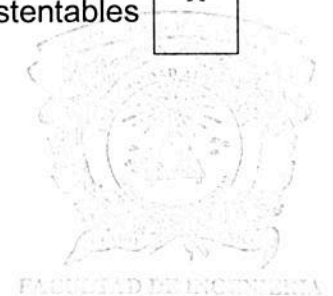
UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

Ingeniería en sistemas  
Energéticos Sustentables

**X**





## II. Presentación del programa de estudios.

La Termodinámica comenzó con un análisis del ingeniero Sadi Carnot al problema de cómo construir la mejor y más eficiente máquina térmica. Es una ciencia que se ocupa de la energía y sus interacciones, necesaria en muchos sistemas de ingeniería y en otros aspectos de la vida misma. Por tanto, el desarrollo de una comprensión clara de los principios de la termodinámica ha sido parte esencial de la enseñanza de la ingeniería y durante mucho tiempo ha sido esencial de los planes de estudio de ingeniería en todo el mundo. Es básica para el estudio de procesos que se llevan a cabo en equipos y máquinas térmicas, sistemas biológicos, materiales, reacciones químicas y plasmas.

Por las razones expuestas es necesario que el alumno adquiera sólidos conocimientos de la unidad de aprendizaje de Termodinámica, aplicando sus principios a los sistemas y elementos antes mencionados.

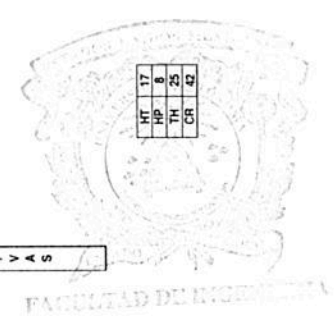
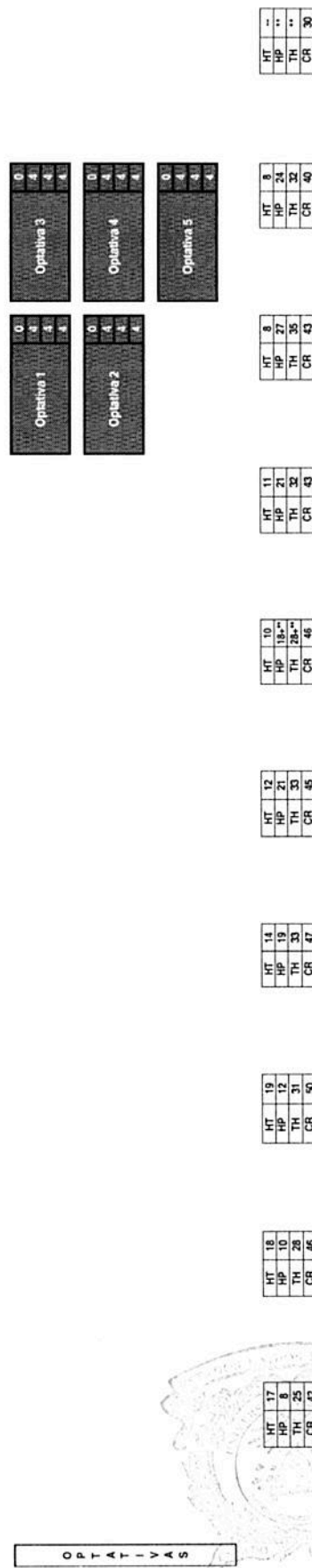
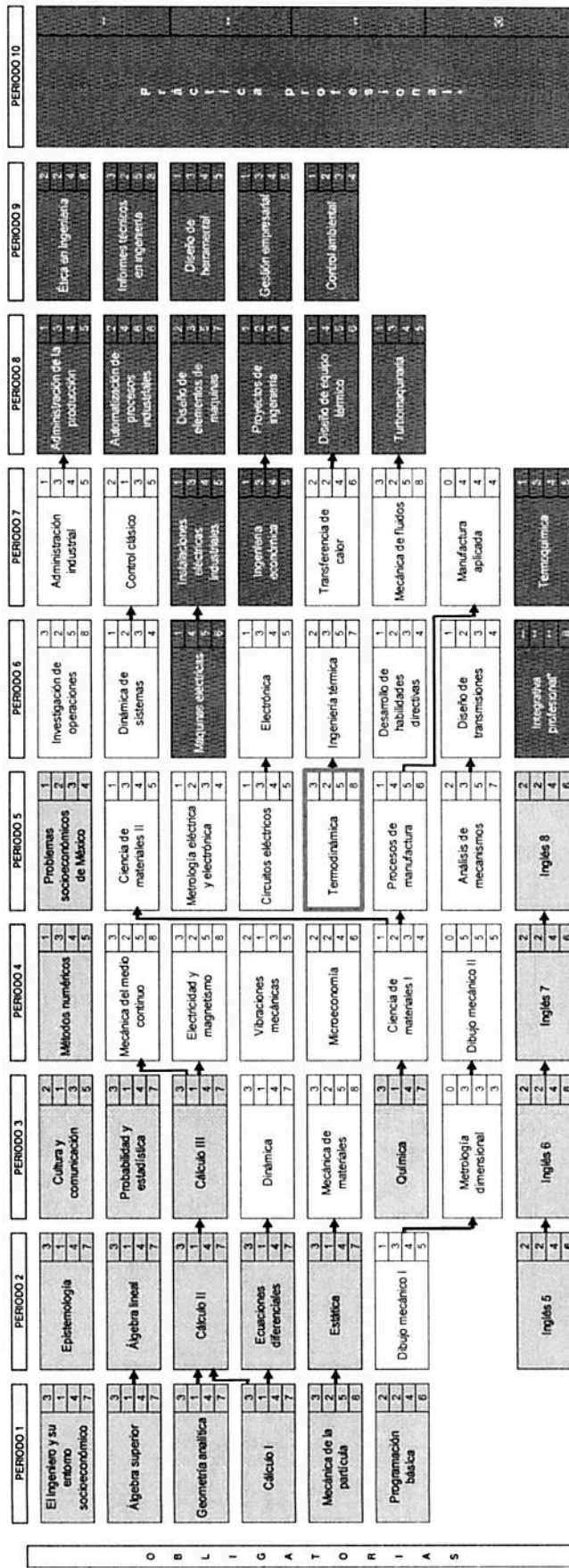
El programa de estudios de la UA Termodinámica está compuesto por seis unidades temáticas: en la unidad temática 1 se dan los conceptos usados en Termodinámica para que el discente vaya entendiendo su estudio; la unidad temática 2 trata sobre la sustancia pura como parte esencial de la Termodinámica, esta sustancia de trabajo sirve para suministrar energía a un sistema o absorber energía de un sistema, se estudia el uso de sustancias puras por medio de tablas, gráficas y ecuaciones; la unidad temática 3 habla sobre la conservación de la energía y los tipos conocidos de energía (la cinética y la potencial), ambas energías mecánicas, se inicia el estudio de la Termodinámica con la conservación de la energía que se nombrará primera Ley de la Termodinámica y se realizarán balances de energía; la unidad temática 4 habla sobre la Segunda ley de la Termodinámica, como la primera ley de la Termodinámica no tiene limitante, algunos procesos no son posibles de realizar, por eso se estudia una segunda ley de la Termodinámica para saber cuáles procesos son posibles de realizar debido a que parte de su energía termina con menor calidad; la unidad temática 5 en el entendimiento de la degradación (calidad) de la energía en un proceso, se estudia la propiedad que determina su valor, así como los balances de energía; por último, en la unidad temática 6 una vez analizados los sistemas termodinámicos, se revisa el efecto que tienen con el ambiente al buscar el trabajo útil máximo, conocido como exergía, de la sustancia de trabajo.





### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2019



HT	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
HP	1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
TH	25	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55
CR	42	50	47	45	46	44	43	42	41	40	39	38	37	36

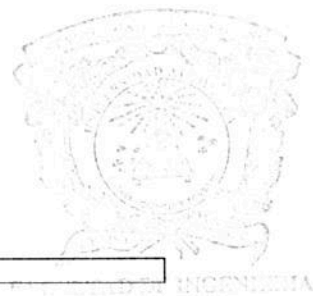


Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica  
Reestructuración, 2019  
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
<b>O</b>										
<b>P</b>										
<b>T</b>										
<b>A</b>										
<b>T</b>										
<b>I</b>										
<b>V</b>										
<b>A</b>										
<b>S</b>										
<b>A</b>										
<b>d</b>										
<b>m</b>										
<b>i</b>										
<b>n</b>										
<b>s</b>										
<b>t</b>										
<b>r</b>										
<b>a</b>										
<b>s</b>										
<b>D</b>										
<b>i</b>										
<b>s</b>										
<b>e</b>										
<b>c</b>										
<b>e</b>										
<b>n</b>										
<b>o</b>										
<b>m</b>										
<b>e</b>										
<b>c</b>										
<b>c</b>										
<b>f</b>										
<b>a</b>										
<b>n</b>										
<b>i</b>										
<b>c</b>										
<b>o</b>										
<b>I</b>										
<b>A</b>										
<b>n</b>										
<b>u</b>										
<b>g</b>										
<b>t</b>										
<b>e</b>										
<b>c</b>										
<b>o</b>										
<b>n</b>										
<b>m</b>										
<b>i</b>										
<b>o</b>										
<b>c</b>										
<b>t</b>										
<b>r</b>										
<b>r</b>										
<b>i</b>										
<b>i</b>										
<b>a</b>										
<b>z</b>										





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica  
 Reestructuración, 2019  
 Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
<b>O P T A T I V A S</b>								Materiales poliméricos 0 / 4 / 4 / 4	Diseño de sistemas de manufactura 0 / 4 / 4 / 4	
							<b>P m l i a ñ n s u t t f l i a c c o l s u r y a</b>	Tecnologías para el reciclado de plásticos 0 / 4 / 4 / 4	Computar aided manufacturing 0 / 4 / 4 / 4	
								Tecnologías de procesamiento de plásticos 0 / 4 / 4 / 4	Procesos de formado de metales 0 / 4 / 4 / 4	
								Caracterización de plásticos 0 / 4 / 4 / 4		
									Automatización avanzada 0 / 4 / 4 / 4	
							<b>E l é c c o t n r l i r c o l i y</b>	Ahorro de energía eléctrica 0 / 4 / 4 / 4		
								Control de sistemas de potencia 0 / 4 / 4 / 4	Diseño mecatrónico 0 / 4 / 4 / 4	
								Control digital 0 / 4 / 4 / 4	Instalaciones electrónicas 0 / 4 / 4 / 4	
								Robotica 0 / 4 / 4 / 4		
									Diseño de generadores de vapor 0 / 4 / 4 / 4	
							<b>T e r m o f i u i d o s</b>	Acondicionamiento de aire 0 / 4 / 4 / 4	Thermal engine design 0 / 4 / 4 / 4	
								Ciclos de potencia avanzados 0 / 4 / 4 / 4		
								Diagnósticos energéticos 0 / 4 / 4 / 4	Diseño de turbomaquinas 0 / 4 / 4 / 4	
								Máquinas de desplazamiento positivo 0 / 4 / 4 / 4		





### SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Técnicas HP: Horas Prácticas TH: Total de Horas CR: Créditos
-----------------------	---

→ 28 líneas de senación.

Créditos mínimos 22 y máximos 54 por periodo escolar.

\*Actividad académica.

\*\*Las horas de la actividad académica.

¡ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

Núcleo básico obligatorio.
Núcleo sustantivo obligatorio.
Núcleo integral obligatorio.
Núcleo integral optativo

### PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	53 30 83 136
---	-----------------------

Total del núcleo básico:  
acreditar 21 UA para cubrir  
136 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	44 66 110 154
---	------------------------

Total del núcleo sustantivo  
acreditar 27 UA para  
cubrir 154 créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 15 UA + 2*	20 44** 64+** 122
Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 5 UA	0 20 20 20

Total del núcleo integral  
acreditar 20 UA + 2\* para  
cubrir 142 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	63 + 2 Actividades académicas
UA optativas	5
UA a acreditar	68 + 2 Actividades académicas
Créditos	432







#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### Objetivos del programa educativo:

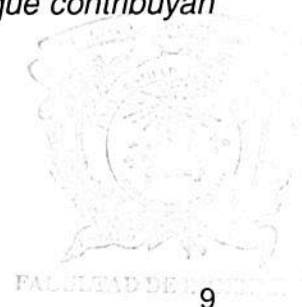
*Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica formar profesionales con alto sentido de responsabilidad, críticos, creativos y con vocación de servicio para la solución de problemas relacionados con la conversión de energía en sus diversas formas con la finalidad de favorecer a la sociedad para contribuir al desarrollo social, económico, tecnológico y sustentable del país.*

##### Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

##### Particulares

- *Diseñar sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para la automatización de procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.*





- *Diseñar sistemas térmicos convencionales y alternativos utilizando los conocimientos de la termodinámica, mecánica de fluidos, termoquímica, transferencia de calor; turbomaquinaria, diseño térmico y control ambiental para contribuir a la disminución de: costos de producción, emisiones de contaminantes al ambiente utilizando la energía de manera eficiente y sustentable.*
- *Crear sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para automatizar procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.*
- *Evaluar proyectos de producción y manufactura utilizando los principios del valor de la inversión a través del tiempo, el tiempo de retorno de inversión, microeconomía, investigación de operaciones, administración industrial y de la producción así como gestión empresarial para seleccionar de manera óptima los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos de la producción industrial.*

#### **Objetivos del núcleo de formación:**

Desarrollará en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

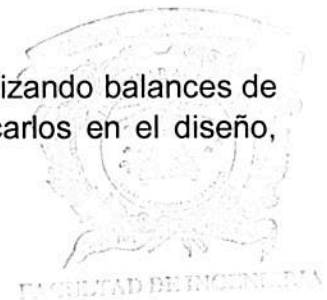
Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

#### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Analizar los problemas relacionados con fluidos, transferencia de calor, circuitos eléctricos y de la dinámica a través del estudio de la mecánica de fluidos, la termodinámica, las ciencias de los materiales y los circuitos eléctricos y electrónicos para la explicación de sus condiciones, propiedades y limitaciones en relación con el entorno.

#### **V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Calcular los procesos y cambios de estado termodinámico realizando balances de energía y exergía de sistemas abiertos y cerrados para aplicarlos en el diseño, construcción y operación de sistemas.





## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

### Unidad temática 1. Conceptos básicos

**Objetivo:** Distinguir el vocabulario de la Termodinámica por medio de su definición e interpretación matemática y gráfica para la solución de problemas.

**Temas:**

- 1.1 Energía y sociedad.
- 1.2 Propósito de la Termodinámica.
- 1.3 Termodinámica clásica y microscópica.
- 1.4 Paredes adiabáticas y diatérmicas, flexibles y rígidas, permeables e impermeables.
- 1.5 Sistemas abierto, cerrado, aislado.
- 1.6 Presión y los dispositivos de medición.
- 1.7 Ley cero de la Termodinámica, termometría, escalas de temperatura.
- 1.8 Volumen, densidad, masa.
- 1.9 Propiedades de un sistema, estado y equilibrio termodinámico.
- 1.10 Propiedades intensivas, extensivas, específicas y molares.
- 1.11 Equilibrio termodinámico.
- 1.12 Procesos cuasiestáticos y ciclos termodinámicos.
- 1.13 Funciones de punto y trayectoria.
- 1.14 Coeficientes de dilatación volumétrica y compresibilidad isotérmica.
- 1.15 Unidades y dimensiones.





## Unidad temática 2. Sustancia pura

**Objetivo:** Seleccionar las propiedades de una sustancia pura con el uso de los diagramas de propiedades P-v, T-v y P-T, y las superficies P-v-T así como las tablas de propiedades para la solución de problemas de aplicación.

Calcular las propiedades de un gas ideal con el uso de las ecuaciones de estado del gas ideal, de Van der Waals, de Beattie-Bridgeman, de Benedict-Webb-Rubin y el factor de compresibilidad, para la solución de problemas termodinámicos.

Determinar la temperatura y presión de saturación del agua en las condiciones ambientales con material del laboratorio de termofluidos para interpretar la gráfica del agua y tratar de mantener un proceso cuasiestático.

### Temas:

- 2.1 Fases de una sustancia pura.
- 2.2 Postulado de estado.
- 2.3 Diagramas de propiedades p-v-T.
- 2.4 Sustancias simples compresibles, fase líquida, saturación, calidad, vapor sobrecalentado.
- 2.5 Tablas de propiedades p-v-T.
- 2.6 Modelo de gas ideal.
- 2.7 Factor de compresibilidad.
- 2.8 Otras ecuaciones de estado (Van der Waals, Beattie-Bridgeman, Benedict-Webb-Rubin).





### Unidad temática 3. Energía y primera ley de la Termodinámica

**Objetivo:** Calcular el trabajo de frontera para sistemas cerrados y abiertos con el uso de la ecuación para obtener el trabajo y la potencia mecánica de los distintos sistemas de potencia y refrigeración.

Aplicar balances de energía, a sistemas abiertos y cerrados, con base en la primera ley de la termodinámica y equipos de potencia y refrigeración del laboratorio de termofluidos para obtener parámetros de energías térmica y mecánica.

Calcular los cambios de energías interna y entalpía del fluido de trabajo con el uso de tablas termodinámicas o la ecuación de estado, así como las constantes de calor específicas, para el balance de energía.

Obtener valores de calores específicos para sólidos, líquidos y gases, mediante equipo de laboratorio de termofluidos para interpretar la transmisión de calor a través de ellos.

#### Temas:

- 3.1 Energías interna, nuclear, química, mecánica.
- 3.2 Energías transitorias.
- 3.3 Transferencia de energía térmica.
- 3.4 Transferencia de energía mecánica en un sistema hidrostático.
- 3.5 Primera ley de la Termodinámica para sistemas cerrados.
- 3.6 Energía interna y calor específico a volumen constante de gases ideales.
- 3.7 Diagramas y Tablas de propiedades de energía interna.
- 3.8 Conservación de la masa y flujo permanente.
- 3.9 Energía de empuje.
- 3.10 Primera ley de la Termodinámica para sistemas abiertos.
- 3.11 Entalpía y calor específico a presión constante de gases ideales.
- 3.12 Diagramas y Tablas de propiedades de entalpía.
- 3.13 Eficiencia de la conversión de energía.





#### Unidad temática 4. Segunda ley de la Termodinámica

**Objetivo:** Detectar los procesos reversibles e irreversibles en depósitos de energía térmica, máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor, que son validados con base en la primera y segunda leyes de la Termodinámica para su análisis.

Determinar las eficiencias térmicas y los coeficientes de desempeño con los balances de energía de acuerdo a la primera y segunda leyes de la Termodinámica para obtener la energía que se utiliza en máquinas térmicas reversibles, bombas de calor y refrigeradores.

**Temas:**

- 4.1 Limitantes de la primera ley de la Termodinámica.
- 4.2 Depósitos de energía.
- 4.3 Máquinas térmicas, definición, eficiencia y enunciados de Kelvin-Planck.
- 4.4 Máquinas térmicas inversas, definición, coeficiente de operación y enunciados de Clausius.
- 4.5 Máquinas de movimiento perpetuo.
- 4.6 Procesos reversibles e irreversibles.
- 4.7 Ciclo de Carnot y principios de Carnot.
- 4.8 Escala termodinámica de temperatura.
- 4.9 Máquinas térmica y térmica inversa de Carnot.





### Unidad temática 5. Entropía

**Objetivo:** Calcular los cambios de entropía con el uso de tablas, ecuaciones y balance de entropía, en los procesos con sustancias puras, incompresibles y gases ideales en sistemas abiertos, cerrados y aislados, para determinar su irreversibilidad, cantidad de energía de nivel inferior y su eficiencia con base en la segunda ley de la termodinámica.

#### Temas:

- 5.1 Principio de incremento de Entropía.
- 5.2 Aumento del desorden por la transferencia de energía térmica.
- 5.3 Relaciones Tds.
- 5.4 Temperatura termodinámica.
- 5.5 Cambio de entropía de sustancias puras.
- 5.6 Cambio de entropía de gases ideales.
- 5.7 Diagramas y Tablas de propiedades de entropía.
- 5.8 Calores específicos constantes y variables.
- 5.9 Eficiencias isentrópicas de dispositivos de flujo permanente.
- 5.10 Entropía en flujo permanente y entropía generada.
- 5.11 Balance de entropía para sistemas cerrados.
- 5.12 Balance de entropía para sistemas abiertos.

### Unidad temática 6. Exergía

**Objetivo:** Examinar los distintos sistemas termodinámicos con base en la ecuación de exergía, trabajo útil máximo, así como la destrucción de exergía, potencial de trabajo desperdiciado durante un proceso como resultado de irreversibilidades, para obtener su desempeño.

#### Temas:

- 6.1 Trabajo reversible e irreversibilidad.
- 6.2 Eficiencia de la segunda ley de la Termodinámica.
- 6.3 Balance de exergía para sistemas cerrados.
- 6.4 Balance de exergía para sistemas abiertos.





## VII. Acervo bibliográfico

### Básico

Cengel, Y, Boles, M., (2019)., *Termodinámica*, 9ª edición, McGrawHill Interamericana

Burghardt, M. D., (1982), *Ingeniería Termodinámica*, Harla.

Jones, J. B.; Dugan, R. E. *Ingeniería Termodinámica*. Prentice Hall.

Morán, M. J.; Shapiro, H. N. *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. Reverté, S. A.

### Complementario:

Urieli, I, (2020), *Engineering Thermodynamics- A Graphical Approach*, Ohio University. Recuperado de <https://www.ohio.edu/mechanical/thermo/>

Zemanski, M, Dittman, R., (1985), *Calor y Termodinámica*, 6 Edición, McGrawHill.

