

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Termodinámica
Clave de la asignatura:	ERF-1032
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta las bases para que el Ingeniero en energías renovables tenga la capacidad de diseñar e implementar sistemas de energía renovable basándose en el recurso energético disponible para la producción eficiente de energía.</p> <p>La Termodinámica es una ciencia que se ocupa del estudio de la energía; concepto básico en los procesos biológicos, químicos y físicos. En la Ingeniería en energías Renovables se pretende aprovechar la energía cinética, potencial o química presente en recursos como la energía eólica, solar y biomasa para transformarla en energía eléctrica o térmica. Para entender este proceso de transformación es, la termodinámica, la que enuncia las leyes fundamentales. Esta asignatura se apoya en los conceptos de trabajo y energía estudiados en la asignatura de Estática y Dinámica y con el tema de balance de energía permite entender el principio de funcionamiento de dispositivos térmicos en las asignaturas de: Transferencia de calor, Sistemas Solares Fotovoltaicos y Térmicos, Sistemas Térmicos. De igual forma la ecuación de conservación de la energía será primordial para entender los diferentes procesos estudiados en las asignaturas de energía eólica, biocombustibles, mecánica de fluidos y refrigeración y aire acondicionado.</p>
Intención didáctica
<p>El programa de la asignatura se encuentra organizado en 6 temas:</p> <p>El tema 1, termodinámica y energía pretende que el estudiante entienda la finalidad de la termodinámica, y pueda identificar las diferentes formas de energía, eléctrica, mecánica, potencia, cinética, etc. El docente se debe enfocar en la relación que tiene la temperatura, la presión, el volumen y otras propiedades termodinámicas con la energía. Es importante que el estudiante identifique que la relación que existe entre energía, cantidad de calor y de trabajo, y que sus unidades se pueden presentar en el sistema internacional o sistema inglés. El docente debe explicar cómo el concepto de balance de energía y de masa, sin profundizar ya que esto se verá en temas posteriores. El estudiante terminará este tema sabiendo identificar cuáles son las propiedades termodinámicas importantes en un sistema</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

y la dependencia con el tamaño de la misma. El tema de propiedades de sustancias puras, busca que el estudiante aprenda a ubicar los estados de un proceso en diagramas de Temperatura-volumen específico, Presión-Temperatura, Presión-volumen específico y que conozca los diagramas P-v-T de algunas sustancias puras. En este tema el docente debe enfatizar en las propiedades termodinámicas de un líquido comprimido, líquido saturado, vapor saturado y vapor sobrecalentado, proponer problemas que impliquen proceso isotérmicos, isobáricos en recipientes rígido o de cilindro émbolo, empleando agua o algún refrigerante para que el estudiante aprenda a distinguir en un diagrama P-v o T-v las líneas de saturación.

En el tema 3 el docente busca que el estudiante comprenda que los cambios que sufre un sistema se debe a mecanismos de transporte de energía, como son entradas o salidas de calor, trabajo eléctrico, mecánico, resorte o de frontera y que los cambios que experimenta el sistema pueden ser en la energía cinética, potencial o interna. El estudiante debe aprender a plantear la ecuación de balance de energía para sistemas cerrados, identificando para cualquier proceso, que mecanismos de calor o de trabajo están presentes y que cambios de energía se esperan. El docente planteará problemas en los cuales los cambios de energía se puedan encontrar con la ayuda de tablas, para el caso de sustancias puras o empleando ecuaciones para el calor de algunos gases ideales, sólidos y líquido. En el tema de balance de energía para sistemas abiertos, el estudiante aprenderá a identificar un sistema abierto y el volumen de control que le corresponde para aplicar la ecuación del balance de energía. Debe reconocer cuáles son entradas y salidas de masa del sistema y encontrar con la ayuda de tablas y ecuaciones los cambios de energía para algunos dispositivos de ingeniería de flujo estacionario, como son difusores y turbinas.

En el tema 5 se explica la segunda ley de la termodinámica, la cual afirma que los procesos suceden en cierta dirección y que la energía tiene calidad, así como, cantidad. Se presentan los enunciados de esta segunda ley, a continuación se introduce los conceptos de trabajo reversible e irreversible, se explican los principios básicos del ciclo de Carnot, máquinas térmicas, los refrigeradores y bombas de calor. El docente debe explicar los procesos en el ciclo de Carnot y el estudiante debe saber identificarlos en un diagrama Temperatura-entropía como un primer acercamiento para que en la asignatura de sistemas térmicos tenga un conocimiento de previos de los diagrama que los ciclos termodinámicos emplean. El estudiante conocerá en concepto de exergía y sus aplicaciones.

En el último se trabaja con mezclas de gases no reactivas. Una mezcla de gas no reactiva se puede tratar como una sustancia pura porque casi siempre es una mezcla de varias sustancias puras en vez de una sola. Se explican las composiciones de una mezcla en fracciones molares y de masa. Se presenta el comportamiento P-V-T de gases ideales y reales, aquí se incluyen dos leyes de predicción de propiedades como la ley de Dalton y Ley de Amagat. El estudiante debe reconocer una mezcla no reactiva y conocer las propiedades de la misma, ya que este tema se abarcará más adelante con mayor profundidad en la asignatura de Refrigeración y Aire Acondicionado.

En las actividades de aprendizaje sugeridas para cada unidad, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes

o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia, actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y

		Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Interpreta y aplica los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica para seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la ingeniería en energías renovables

5. Competencias previas

Comprende el concepto de conservación de energía mecánica y aplica las fórmulas de trabajo y energía para la resolución de problemas en los cuales sea necesario calcular el trabajo total, energía cinética o potencial.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Termodinámica y Energía	1.1 Termodinámica y energía 1.2 Repaso de sistemas de unidades. 1.3 Sistema abierto, cerrado y aislado. 1.4 Propiedades extensivas e intensivas de un sistema. 1.5 Ley cero de la termodinámica 1.6 Presión y temperatura 1.7 Concepto de balance y conservación de la energía y masa.
2	Propiedades de Sustancias Puras	2.1 Fases de sustancias puras: líquido comprimido, vapor sobrecalentado, Mezcla líquido-vapor. 2.2 Procesos isotérmico, adiabático, isobárico en sustancias puras 2.3 Tabla de propiedades termodinámicas. 2.5 Determinación de la calidad en una mezcla 2.6 Determinación del estado termodinámico 2.7 Representación de procesos en diagramas T-v, P-v, P-T, P-v-T,

		<p>2.8 Ecuaciones de estado de gas ideal. 2.9 Factor de Compresibilidad. 2.10 Otras ecuaciones de estado 2.11 Procesos con gases ideales y reales</p>
3	Primera ley de la termodinámica y Balance de energía en sistemas cerrados	<p>3.1 Energía interna, cinética y potencial. 3.2 Mecanismos de transporte de energía: calor, trabajo y masa. 3.4 Entalpía 3.5 Ecuación del balance de energía para sistemas cerrados 3.6 Balance de energía para sistemas cerrados: contenedores rígidos, cilindro-émbolo 3.7 Energía interna, entalpía y calores específicos para gases ideales 3.8 Energía interna, entalpía y calores específicos de sólidos y líquidos</p>
4	Balance de energía en sistemas abiertos	<p>4.1 Mecanismo de transporte de energía por masa 4.2 Ecuaciones de conservación de energía para sistemas abiertos 4.3 Trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento 4.4 Análisis de energía de sistemas de flujo estacionario 4.5 Dispositivos de ingeniería de flujo estacionario</p>
5	Segunda ley de la termodinámica	<p>5.1 Entropía 5.2 Segunda ley de la termodinámica 5.3 Máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor. 5.4 Enunciados de la segunda ley de la termodinámica 5.5 Procesos del ciclo de Carnot: Diagrama T-s 5.6 Concepto de exergía y aplicaciones</p>
6	Mezclas no reactivas	<p>6.1 Fracciones molares y de masa. 6.2 Comportamiento P-v-T de mezclas de gases ideales y reales. 6.2.1 Ley de Dalton 6.2.2 Ley de Amagat 6.3 Propiedades de mezclas de gases ideales y reales.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Termodinámica y Energía	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende los conceptos básicos y leyes de la Termodinámica, así como las propiedades de un sistema para su aplicación en balances de energía.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los conceptos básicos de termodinámica y energía de al menos 2 fuentes bibliográficas diferentes y hacer un análisis de comparación, para determinar definiciones más completas. • Realizar un mapa donde relacionen los conceptos básicos analizados con anterioridad y exponer ante el grupo. • Investigar por equipos, ejemplos de sistemas cerrados, abiertos y aislados para comentar en clase. • Deducir las propiedades de los sistemas investigados y sus características. • Investigar la relación entre la producción de energía y los impactos ambientales que genera. • Debatir los impactos ambientales vs. los beneficios económicos de la producción de energía. • Resolver y explicar la solución de problemas que involucren despejes de variables, análisis dimensional y conversiones de unidades. • Investigar y realizar un reporte acerca de los medidores de presión y temperatura, sus componentes y aplicaciones.
Propiedades de Sustancias Puras	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Calcula las propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en balances de energía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo- discusión de ideas para recordar los conceptos básicos de química: Sustancias puras, Fase, Estado, cambios de estado y cambios de fase. • Investigar y realizar una clasificación de los cambios de fase. • Realizar un cuadro de comparación entre los cambios de fase en una sustancia pura, por ejemplo: el agua.

Genéricas:

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
 Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas
 Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

- Investigar los diagramas de equilibrio de fases.
- Analizar los diagramas, para interpretar las variaciones de las propiedades P-V-T de una sustancia pura.
- Resolver ejercicios de interpretación del comportamiento de las propiedades P-V-T en los diagramas de equilibrio de fases
- Investigar y hacer un resumen de las características de cada fase: líquido comprimido, líquido saturado, Mezcla líquido vapor, vapor saturado y vapor sobrecalentado
- Interpretar las tablas de las propiedades del agua para la solución de ejercicios prácticos.
- Relacionar las tablas de propiedades con las características de cada fase, mediante la solución de problemas de cálculo de las propiedades de sustancias puras diversas.
- Investigar, hacer un resumen y analizar los conceptos básicos de gas ideal y gas real.
- Deducir la ecuación de estado de gas ideal y establecer las diferentes formas en que se puede utilizar.
- Resolver problemas que involucren el cálculo de las propiedades termodinámicas para diferentes procesos, usando tablas y software.
- Deducir que existe un error de estimación al usar la ecuación de estado de gas ideal y las tablas de propiedades de sustancias puras, para dar paso al concepto de factor de compresibilidad.
- Investigar y hacer un resumen de los conceptos básicos de factor de compresibilidad.
- Analizar e interpretar las cartas de compresibilidad generalizada.
- Resolver problemas de gases ideales usando: la ecuación de estado de gas ideal, las tablas de propiedades de sustancias puras y la carta de

	<p>compresibilidad generalizada, para estimar el error en cada caso y comprender la aproximación al comportamiento real de los gases.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar y exponer por equipos, las ecuaciones de estado de Van Der Waals, Beattie Bridgeman, etc, así como resolver un ejemplo durante la exposición. • Utilizar software para resolver problemas con gases reales y cambio de fase.
<p>Primera ley de la termodinámica y Balance de energía en sistemas cerrados</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica la primera ley de la Termodinámica para el análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas cerrados.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y hacer un mapa conceptual para clasificar y definir: Energía, trabajo y calor. • Hacer un cuadro de comparación de las características, dirección y unidades de medida de energía, trabajo y calor. • Investigar los diferentes tipos de trabajo y realizar un ejercicio de cada uno de ellos. Investigar las formas de transferencia de calor y del calor ganado o perdido por un sistema termodinámico y realizar ejercicios de cada uno de ellos. • Resolver problemas que involucren el cálculo de trabajo en diferentes formas, energía y transferencia de calor. • Investigar y hacer un resumen de la primera Ley de la termodinámica con diferentes formas de energía. • Analizar el concepto de la Entalpía • Investigar y hacer un cuadro de clasificación del calor específico a presión y volumen constante. • Resolver problemas para calcular los calores específicos de algunas sustancias. • Plantear balance de energía en sistemas cerrados y hacer un análisis de ellos. • Resolver problemas de sistemas que se modelan como sistemas cerrados y

	sistemas abiertos para el cálculo de: calor, trabajo, energía interna o cualquier otra propiedad, por medio del planteamiento de un balance de energía y la aplicación de tablas de propiedades y software especializado
Balance de energía en sistemas abiertos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica la primera ley de la Termodinámica para análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas abiertos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Deducción de la ecuación de la primera ley aplicada a sistemas abiertos. • Resolución de problemas que involucren turbinas y difusores. • Determinación de velocidad de entrada y salida en sistemas abiertos.
Segunda ley de la termodinámica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Interpreta el principio de funcionamiento de las máquinas térmicas y refrigeradores para determinar su rendimiento térmico y su coeficiente de funcionamiento</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción análisis y síntesis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo-discusión de ideas sobre la definición e importancia de la segunda ley de la termodinámica, para generar un fundamento concreto de fácil entendimiento. • Investigación documental sobre el funcionamiento, elementos y ciclos en máquinas térmicas y refrigeradores para realizar una exposición en clase. • Analizar el significado real de la eficiencia de las máquinas térmicas y los refrigeradores, desde el punto de vista económico y ambiental. • Resolver problemas de cálculo de eficiencia térmica y coeficientes de operación en máquinas térmicas y refrigeradores respectivamente • Investigar y hacer un resumen de los enunciados de la segunda ley de la termodinámica (Clausius y de Kelvin-

	<p>Planck).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar las similitudes o diferencias en los enunciados de Clausius y Kelvin – Planck. • Investigar y realizar un resumen sobre los procesos del ciclo directo e inverso de Carnot. • Establecer la importancia de modelar los procesos térmicos, como procesos ideales en la ingeniería, para lograr mayores eficiencias térmicas y coeficientes de operación. • Resolver problemas para procesos ideales: máquinas de Carnot
Mezclas no reactivas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Interpreta las distintas leyes para aplicarlas en problemas que involucren mezclas de gases ideales y reales.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enunciar y explicar la ley de Dalton y la ley de Amagat y aplicar a mezclas de gases ideales y reales. • Enunciar las propiedades de mezclas de gases ideales y reales y resolver ejemplos.

8.Práctica(s)

<p>Mediciones de temperatura, presiones con diferentes tipos de instrumentación Elaboración de un manómetro de columna, usando: glicerina, aceite ó agua. Realizar balance de energía teórico de un colector solar plano y posteriormente comparar con las mediciones reales, considerando al colector como sistema cerrado.</p>
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Manual de problemas
Examen escrito
Proyecto de asignatura
Exposiciones
Reporte de Investigación

11. Fuentes de información

Cengel A. y Boles, M.A.(2012)*Termodinámica*, sexta edición Editorial Mc Graw-Hill, México.
T. Balmer, R. (2011). *Modern Engineering Thermodynamics*.USA Elsevier.
Manrique J.A. y Cárdenas R. S.(1981) *Termodinámica*, primera edición, Editorial Harla.