

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Termodinámica
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables
Clave de la asignatura:	ERF-1032
(Créditos) SATCA ¹	3-2-5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta las bases para que el Ingeniero en energías renovables tenga la capacidad de :

- Diseñar e implementar sistemas y dispositivos , utilizando estrategias para el uso eficiente de la energía en los sectores productivo y de servicios apegado a normas y acuerdos nacionales e internacionales.
- Colaborar en proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico, en el área de energías renovables.

La Termodinámica es una ciencia básica que se ocupa de la energía y es una parte esencial de los planes de estudio de ingeniería, por lo cual, se incluye en el programa de energías renovables. Esta materia aporta los fundamentos para materias como Transferencia de calor, y Mecánica de Fluidos, en las cuales, es necesario conocer y entender los conceptos de energía, trabajo, calor, así como, la aplicación de las Leyes de la Termodinámica

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en cinco unidades, en la primer unidad se inicia con un panorama de la termodinámica, la energía y su relación con el medio ambiente. Además de un repaso de los sistemas de unidades. Después se hace una exposición de conceptos básicos tales como sistema, estado, equilibrio, proceso, energía, y de propiedades como la densidad. Se analiza la temperatura y las escalas de temperatura. En seguida el concepto de presión, y se explican las presiones absoluta y manométrica, por último se resumen las diversas formas de energía

En la segunda unidad, se introduce el concepto de sustancia pura y el análisis de los procesos de cambio de fase, se presentan varios diagramas de las propiedades y la representación gráfica P-v-T de sustancias puras. Se explica el uso de las tablas de propiedades y se estudia la ecuación de estado de gas ideal. También se estudia el factor de compresibilidad, que explica la desviación que presentan gases reales con respecto al comportamiento de gas ideal. Finalmente se mencionan otras ecuaciones de estado

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Con estas unidades ahora se cuenta con las bases suficientes para que en la tercera unidad se puedan abordar los temas comprendidos en esta, tales como las interacciones de calor y trabajo. Se presentan las leyes de la conservación de la masa y la energía y se introducen los conceptos de calor específico. Para finalizar con ejemplos para balances de energía de sistemas cerrados y abiertos.

En la cuarta unidad, 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.

La segunda ley conduce a la definición de entropía y para poder definirla se parte de un análisis de la desigualdad de Clausius.

Se presenta el concepto de exergía, que es el trabajo útil máximo que puede obtenerse de un sistema. Se realizan balances de exergía aplicadas a sistemas cerrados y abiertos

En la última unidad 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. Por último, se explica la diferencia entre aire seco y aire atmosférico, así como, los conceptos de humedad relativa y la temperatura de punto de rocío.

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 alumno 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 profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar y aplicar los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica para seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la ingeniería en energías renovables 	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar
--	--

	<p>información proveniente de fuentes diversas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solución de problemas • Competencias interpersonales <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

LUGAR Y FECHA DE ELABORACIÓN O REVISIÓN	PARTICIPANTES	OBSERVACIONES (CAMBIOS Y JUSTIFICACIÓN)
Instituto Tecnológico de Puebla, del 8 al 12 de junio de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Veracruz, Villahermosa y Milpa Alta.	Contexto global y nacional en energía. Marco jurídico nacional e internacional. Justificación de la carrera
Instituto Tecnológico de Puerto Vallarta, del 10 al 14 de Agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Villahermosa, Orizaba y La Laguna.	Reunión de Diseño curricular de la carrera, definiendo la retícula y los programas sintéticos.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de agosto de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, Saltillo, Minatitlán y Villahermosa	Formulación de programas desarrollados para las materias de primer semestre
Instituto Tecnológico de Minatitlán del 28 de agosto del 2009 al 21 de mayo de 2010.	Representante de la Academia de Metal Mecánica.	Formulación de propuesta de programa desarrollado por competencias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, León, Mexicali, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Veracruz, Villahermosa y Milpa Alta.	Reunión Nacional de Consolidación de la carrera de Ingeniería en energías renovables.

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Interpretar y aplicar los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica para seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la ingeniería en energías renovables

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Interpretar y analizar textos
- Aplicar el análisis dimensional y conversión de unidades.
- Aplicar conceptos básicos de física tales como trabajo mecánico y energía
- Analizar y resolver problemas que involucren funciones y derivadas
- Conocer y aplicar los conceptos de diferenciales

- Resolver problemas que involucren integrales
- Conocer algunas propiedades de la sustancia pura

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos	1.1 Termodinámica y energía. 1.2 Energía y medio ambiente 1.3 Repaso de sistemas de unidades. 1.4 Sistemas abiertos y cerrados. 1.5 Propiedades de un sistema. 1.6 Estado y equilibrio 1.7 Procesos y ciclos. 1.8 Densidad. 1.9 Temperatura y ley cero de la Termodinámica 1.10 Presión. 1.11 Formas de energía.
2	Propiedades de Sustancias Puras (Relaciones P-V-T)	2.1 Fases y procesos de cambio de fase en sustancias puras. 2.2 Equilibrio de fases: Diagramas T-V P-V, P-T y P-V-T. 2.3 Tabla de propiedades termodinámicas. 2.4 Ecuaciones de estado de gas ideal. 2.5 Factor de Compresibilidad. 2.6 Otras ecuaciones de estado 2.7 Procesos con gases ideales y reales
3	La primera Ley de la Termodinámica. (Energía)	3.1 Interacciones de Trabajo. 3.2 Interacciones de Calor. 3.3 Ley de la conservación de la masa 3.4 Primera Ley de la termodinámica. 3.5 Calores Específicos. 3.6 Conceptos de entalpía 3.7 Concepto de energía interna 3.8 Balance de energía para sistemas cerrados. 3.9 Balance de energía en sistemas abiertos.
4	La Segunda ley de la Termodinámica y sus aplicaciones	4.1 Máquinas Térmicas y Refrigeradores. 4.2 Enunciados de la Segunda Ley. 4.3 Procesos reversibles e irreversibles 4.4 Ciclo de Carnot 4.5 Entropía 4.6 Exergía 4.7 Trabajo reversible 4.8 Balance de exergía en sistemas abiertos 4.9 Balance de exergía en sistemas cerrados

5	Mezclas no reactivas	5.1 Fracciones molares y de masa. 5.2 Comportamiento p-v-t de mezclas de gases ideales y reales. 5.2.1 Ley de Dalton 5.2.2 ley de Amagat 5.3 Propiedades de mezclas de gases ideales y reales. 5.4 Mezcla de gases ideales y vapores. 5.5 Aire seco y aire atmosférico. 5.6 Humedad específica y relativa. 5.7 Temperaturas de punto de rocío 5.8 Temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo 5.9 Entalpía y volumen específico de mezcla aire vapor agua
---	-----------------------------	--

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

- Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas.
- Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones.
- Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.
- Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida
- Propiciar actividades de meta cognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.

- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de desarrollo sustentable.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de software para la resolución de problemas.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Observación del desempeño del alumno durante la realización trabajos e investigaciones encomendadas
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de solución de problemas prácticos, así como, las conclusiones obtenidas
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas experimentales

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD 1: CONCEPTOS BÁSICOS

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Interpretar los conceptos básicos y definiciones de Termodinámica para calcular propiedades, formas de energía, presiones, temperaturas, densidades en los diferentes sistemas de unidades.	<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

	<p>conversiones de unidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar y analizar la definición de presión y su relación con la Temperatura. • Investigar y realizar un reporte acerca de los medidores de presión y temperatura, sus componentes y aplicaciones. • Resolver problemas de cálculo de la Presión y la Temperatura. • Investigar y realizar una clasificación de las diferentes formas de Energía.
--	--

UNIDAD 2: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Calcular las propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase • Calcular y evaluar procesos con gases ideales, gases reales y con cambio de fase 	<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. • 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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 compresibilidad generalizada, para estimar el error en cada caso y comprender la aproximación al comportamiento real de los gases. • 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.
--	--

UNIDAD 3: PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la primera ley de la Termodinámica en el análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas cerrados y sistemas abiertos 	<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,

	<p>energía y transferencia de calor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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
--	--

UNIDAD 4: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Calcular el balance de exergía y entropía en sistemas abiertos y cerrados que se relacionan con el equipamiento de los sistemas renovables de energía. • Interpretar el principio de funcionamiento de las máquinas térmicas y refrigeradores, así como, su rendimiento térmico y su coeficiente de funcionamiento 	<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-Planck). • Analizar las similitudes o diferencias en los enunciados de Clausius y Kelvin – Planck.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Resolver problemas que involucren balance de entropía y exergía en sistemas reales
--	---

UNIDAD 5: MEZCLAS NO REACTIVAS

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar las distintas leyes para aplicarlas en problemas que involucren mezclas de gases ideales y reales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las mezclas mediante un análisis gravimétrico o volumétrico. (Fracciones molares y de masa). • 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. • Describir la composición, propiedades del aire seco y aire atmosférico. • Definir humedad específica o absoluta o relación de humedad y humedad relativa. • Definir temperatura de bulbo seco, de rocío, de saturación adiabática, de bulbo húmedo.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Cengel Yunus A. y Michael A. Boles. *Termodinámica*, quinta edición Editorial Mc Graw-Hill, México. 2006
2. Jones J.B. y R.E. Dugan, *Ingeniería Termodinámica*; Editorial Prentice Hall.
3. Faires Virgil Moring y Clifford Max Simmang, *Termodinámica*, sexta edición, U.T.E.H.A Noriega.
4. Manrique José A. y Cárdenas Rafael S. *Termodinámica, primera edición*, Editorial Harla.1981
5. Sonntag Richard E. y Van Wylen Gordon J. *Introducción a la Termodinámica*

clásica y estadística. México, Editorial Limusa.

6. Balzhiezer y Samuels. *Termodinámica para Ingenieros*. Editorial Prentice hall.

7. Moran M. J. y Shapiro, H. N. Fundamentos de termodinámica técnica. Segunda edición, Editorial Reverte, S. A.España. 2004

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Mediciones de temperatura, presiones con diferentes tipos de instrumentación
- Elaboración de un manómetro de columna, usando: glicerina, aceite ó agua.
- Determinación de la altitud de la localidad en función de la temperatura de ebullición
- Elaboración de un calorímetro y cálculo de de calores específicos de algunos metales: cobre, estaño y Zinc.
- Calculo de calor latente de fusión y de evaporación del agua
- Calculo de la constante universal de los gases ideales
- Evaluación de las formas de energía, entropía y exergía en dispositivos que funcionen como sistemas cerrados y sistemas abiertos