

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Térmicos
Clave de la asignatura:	PRF-1711
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Profesional Asociado en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Profesional Asociado en Energías Renovables los conocimientos básicos de la termodinámica y la capacidad de identificar los mecanismos de transferencia de calor para aplicar lo adquirido en las actividades que realice en su ámbito de trabajo en el campo de los sistemas energéticos renovables.

La asignatura consiste en la descripción de los principales conceptos de termodinámica como: sistemas abiertos y cerrados, energía, calor y trabajo, así como sus leyes. Esta asignatura sentará las bases para entender la asignatura de Sistemas Termosolares, Fotovoltaicos y de Biomasa ya que se pueden emplear de forma eficiente colectores solares aplicando las relaciones de conducción, convección y radiación para la elección de materiales y geometría del colector, así como en el uso de reactores de bioenergía. Así mismo es de utilidad para las asignaturas de Instalación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos.

Intención didáctica

Se organiza la asignatura en 5 temas, agrupando los contenidos de una manera lógica que permite comprender y visualizar cada tema obteniendo las competencias más significativas de cada una de ellas, sugiriendo actividades teóricas-prácticas que permitan una integración, desarrollo personal y competencias reales para desarrollar procesos lógicos de inducción-deducción.

El tema 1 describe los principales conceptos asociados a las leyes de Termodinámica, como son fuerza, temperatura, presión, energía, calor, trabajo y sus unidades. El enfoque con que debe ser tratado este tema es de manera introductoria, haciendo énfasis en las definiciones básicas y aplicaciones de la primera y segunda ley de la Termodinámica, las relaciones PVT de los fluidos, los conceptos de sistemas abiertos y cerrados, efectos térmicos y reversibilidad de los procesos.

El tema 2 describe el mecanismo de transferencia de calor por conducción en estado estable, reflexiona la ecuación de conducción y su aplicación en diversos sistemas. El enfoque en este tema debe ser práctico, aplicando el método de resistencias térmicas en coordenadas rectangular y polar para realizar sistemas sencillos y complejos de conducción

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

y conducción-convección. El estudiante debe comprender la importancia del radio crítico de aislamiento para su selección y diseño.

El tema 3 identifica los tipos de flujos de acuerdo al número de Reynolds, y de acuerdo a la configuración geométrica por donde circula el fluido. Estas características serán importantes para determinar el coeficiente de convección, el número de Pr y el Nusselt. Se requiere que el estudiante pueda utilizar cada tipo de flujo de acuerdo al Número de Reynolds que se presentan ecuaciones empíricas distintas.

El tema 4 aborda la convección natural y fundamentos físicos, en este apartado se requiere que el estudiante analice los números adimensionales de Grashof y Rayleigh y calcule el número de Nusselt usando correlaciones empíricas. Así mismo que utilice un sistema termosifón con el fin de calcular sus coeficientes de convección de forma teórica con ecuaciones empíricas y de forma práctica con sensores de temperaturas con el fin de entender el fenómeno.

El tema 5 requiere que el estudiante identifique las principales leyes de radiación de manera introductoria y analice el mecanismo físico de la radiación.

El enfoque de ésta asignatura debe darse con la finalidad de que el estudiante sea capaz de seleccionar, instalar y mantener el correcto funcionamiento de las diferentes máquinas y equipos térmicos utilizados en la industria, de acuerdo a sus necesidades, buscando la optimización de los equipos y solucionando problemas en el funcionamiento de ellos.

Es importante que el estudiante también sea capaz de interpretar un manual del fabricante de los equipos con el fin de hacer una instalación eficaz, así como la operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos.

Es necesario que el docente emplee un mayor énfasis en los temas que presentan mayor aplicación en su zona de influencia, para determinar actividades con una aplicación y comprensión de las actividades de esta asignatura.

Las competencias genéricas que se desarrollan en la asignatura son principalmente las siguientes: capacidad de abstracción, análisis y síntesis, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad para organizar y planificar el tiempo, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación, capacidad de investigación, capacidad de aprender y actualizarse permanentemente, capacidad para actuar en nuevas situaciones, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma, capacidad de trabajo en equipo, compromiso con la calidad, capacidad para tomar decisiones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica y evalúa las leyes de la termodinámica y de transferencia de calor para estudiar los sistemas de energías renovables donde los mecanismos de transferencia de calor son necesarios para mejorar el diseño y funcionamiento de éstos, con la finalidad de incrementar la eficiencia energética de los mismos y evita consumos excesivos de energía.

5. Competencias previas

- Aplicar los conocimientos de álgebra y aritmética para resolver problemas adquiridos en la asignatura de matemáticas aplicadas 1.
- Implementa los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Introducción a las Energías Renovables y Desarrollo Sustentable.
- Aplica los conceptos adquiridos en la asignatura de Física y Química aplicadas, así como el uso adecuado del manejo de cantidades y sus unidades.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Bases de Termodinámica	1.1 Introducción a termodinámica. 1.1.1 Definiciones (temperatura, calor, energía, fuerza, presión, trabajo) 1.1.2 Sistemas de unidades 1.2 Primera ley 1.2.1 Tipos de sistemas (abiertos y cerrados). 1.2.2 Conservación de energía 1.2.3 Concepto de balances de masa y energía 1.3. Segunda ley 1.3.1 La entropía y la degradación de energía 1.4 Propiedades volumétricas de fluidos
2	Conducción	2.1 Conductividad térmica. 2.2 Ecuación de conducción de calor. 2.3 Conducción unidireccional (pared plana, cilindro, esferas) 2.4 Selección y diseño de aislantes 2.5 Conducción bidimensional. 2.6 Análisis por parámetros del transitorio. 2.6.1 Pared plana. 2.6.2 Sistemas radiales
3	Convección forzada	3.1 Fundamentos de convección. 3.2 Números adimensionales. (Re, Pr, Nu) 3.3 Convección forzada externa. 3.3.1 Resistencia al movimiento 3.3.2 Temperatura de película 3.3.3 Flujo paralelo sobre placas 3.3.4 Flujo uniforme de calor en placas 3.3.5 Flujo a través de cilindros y esferas 3.3.6 Efecto de la aspereza. 3.4 Convección forzada interna.

		<p>3.4.1 Velocidad media y temperatura media</p> <p>3.4.2 Flujo laminar y turbulento en tubos</p> <p>3.4.3 Longitud de entrada</p> <p>3.4.4 Flujo constante de calor y temperatura superficial constante.</p> <p>3.4.5 Flujo laminar y turbulento en tubos de distinta geometría.</p>
4	Convección natural	<p>4.1 Fundamentos físicos.</p> <p>4.2 Convección natural sobre una placa vertical.</p> <p>4.3 Número de Grashof, Rayleigh</p> <p>4.4 Correlaciones empíricas del número promedio de Nusselt</p>
5	Radiación Térmica	<p>5.1 Mecanismo físico de radiación.</p> <p>5.2 Leyes de radiación.</p> <p>5.3 Efectos de absorción, reflexión y transmisión.</p> <p>5.4 Transferencia de energía por radiación.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Leyes de Termodinámica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Asocia e Interpreta los conceptos y definiciones involucradas en las leyes de Termodinámica, así como las propiedades de un sistema que permitirán su aplicación en balances de energía en sistemas de energías renovables. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Capacidad de planificar y organizar el tiempo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Practicar con los conceptos básicos de termodinámica, y sus unidades. Ejemplificar los sistemas cerrados, abiertos y aislados para comentar en clase aplicando la primera ley. Realizar un ejercicio de los diferentes tipos de trabajo. Elaborar un mapa conceptual de las distintas formas de transferencia de calor y del calor ganado o perdido por un sistema termodinámico. Discutir la primera Ley de la termodinámica con diferentes formas de energía. Diálogo-discusión de ideas sobre la definición e importancia de la segunda ley de la termodinámica, para generar un fundamento concreto de fácil entendimiento.

Tema 2. Conducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende la distribución de temperatura y la transferencia de calor por conducción para determinar las resistencias térmicas en sistemas de pared plana o radiales y entiende el comportamiento de la transferencia de calor en tecnologías con fuentes renovables de energía. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad crítica y autocrítica • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Capacidad de planificar y organizar el tiempo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Practicar con el modelo de la conducción de calor y discutir su entendimiento. • Elaborar ejemplos que explique la conductividad y difusividad térmica, elaborando un resumen. • Ejemplificar conducción de calor e Identificar las diferentes condiciones iniciales y de frontera para la selección y diseño de aislante. • Observar la distribución de temperatura y la transferencia de calor unidimensional en estado estable, sin generación interna de calor en una pared plana. • Usar la analogía eléctrica-térmica y el concepto de resistencia térmica. • Aplicar el concepto de circuito térmico para realizar problemas en paredes compuestas. • Observar la distribución de temperatura y la transferencia de calor unidimensional, sin generación interna de calor en un cilindro. • Usar la analogía eléctrica-térmica y la resistencia térmica de un cilindro y utilizar para entender problemas en cilindros compuestos. • Observar el coeficiente global de transferencia de calor en cilindros. • Observar el calor unidireccional en estado estable con generación interna de calor en una pared plana y en un cilindro. • Elaborar un diagrama y explicar la analogía eléctrica de fenómenos transitorios.

Tema 3. Convección forzada.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Entiende el papel del coeficiente de transferencia de calor por convección forzada para diferentes ejemplos prácticos de flujo externo e interno. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Capacidad de planificar y organizar el tiempo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> Constatar con ejemplos el Mecanismo físico de la transferencia de calor por convección. Observar la convección forzada en una placa régimen laminar y tubo circular con diferentes regímenes de flujos. Ejemplificar diferentes situaciones prácticas en problemas de convección forzada. Interpretar los numero adimensionales que caracterizan a un sistema
Tema 4. Convección natural	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Asocia el coeficiente de transferencia de calor por convección natural en diferentes configuraciones para su aplicación en efecto termosifón de colectores solares. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Capacidad de planificar y organizar el tiempo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Discutir en equipo los fundamentos físicos relacionados con la convección natural. Observar de manera práctica la convección natural sobre una placa vertical y para distintas geometrías. Resolver casos reales sobre convección natural. Medir parámetros en la transferencia de calor del efecto termosifón en colectores, realizando una práctica de laboratorio y comparando los resultados obtenidos con fundamentos teóricos.

Tema 5. Radiación térmica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende y aplica los conceptos de los mecanismos para las leyes de la radiación térmica. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Capacidad de planificar y organizar el tiempo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar el mecanismo físico de la transferencia de calor por radiación. Exponer y discutir el concepto de Intensidad de radiación y su relación con la emisión, irradiación y la radiosidad. Practicar experimentalmente con los mecanismos de absorción, reflexión y transmisión. Describir y comparar el fenómeno de la radiación solar a través de prácticas básicas.

8. Práctica(s)

1. Mediciones de temperatura y presiones con diferentes tipos de instrumentación.
2. Realizar balance de energía teórico de un colector solar plano y posteriormente comparar con las mediciones reales, considerando al colector como sistema cerrado.
3. Medir la conductividad térmica de diferentes materiales utilizados en ingeniería.
4. Evaluar la conducción de calor de aislamientos térmicos.
5. Verificar experimentalmente la Ley de Fourier.
6. Evaluar correctamente las pérdidas y ganancias de calor provocadas por el mecanismo de convección natural.
7. Calcular coeficientes de transferencia de calor por convección forzada en geometrías sencillas.
8. Medir la absorptancia, emitancia, reflectancia, y transmitancia de diferentes superficies.
9. Estudiar los sistemas con generación interna de calor, en conducción y radiación.
10. Comprobar el radio crítico para la selección de aislamientos.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé 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

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

11. Fuentes de información

1. Cengel Y. A. (2011) Transferencia de calor y masa. México.Mc Graw-Hill.
2. Manrique V. (2007) Transferencia de calor. Alfa-Omega-Oxford
3. Kreith y Bohn, (2013). Principios de transferencia de calor. Cengage Learning
4. Bergman,T. Lavine, A.S., Incropera,F.P. & DeWitt D. (2011) Fundamentals of Heat and Mass Transfer.USA:Wiley.
5. Moran, M.J., Shapiro, J.H., Munson, B.R., DeWitt, D.P. Introduction to Thermal Systems Engineering Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer. USA:Wiley.
6. Holman J.P. Heat Transfer/Book and Software. McGrawHill.
7. Duffie J.A. Solar Engineering of Thermal Process. 3a. Edición. John Wiley & Sons.
8. <https://www.voltimum.es/>