

## DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Transferencia de Calor**

Carrera: **Ingeniería en Energías Renovables**

Clave de la asignatura: **ERF-1033**

Créditos SATCA: **3-2-5**

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Energías renovables conocimientos que le permiten adquirir competencias necesarias para analizar los fenómenos de transferencia de calor que intervienen en los diferentes sistemas para, la evaluación, el diseño y mantenimiento, con el fin de hacer un uso eficiente de la energía; evitando en su medida la contaminación del medio ambiente.

### Aportación al perfil

- a) Formular, gestionar y evaluar proyectos de desarrollo de ingeniería relacionados con las fuentes renovables de energía, en el marco del desarrollo sustentable.
- b) Diseñar e implementar estrategias para el uso eficiente de la energía en el sector transporte, en las edificaciones, las actividades productivas y de servicios.
- c) Diseñar, gestionar, implementar y controlar actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas ingenieriles utilizados para la transformación y almacenamiento de la energía proveniente de fuentes renovables
- d) Colaborar en proyectos de investigación, desarrollo e innovación tecnológicos, relacionados con la energía proveniente de fuentes renovables.

### Intención didáctica

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

Durante el desarrollo de la materia se obtendrán experiencias concretas con base

a actividades cotidianas para que el alumno, reconozca y analice los fenómenos de transferencia de calor que existen a su alrededor, con el fin de identificar datos relevantes, de manera autónoma.

Es necesario que el profesor ponga un mayor énfasis en los temas que más tienen aplicación en su zona de influencia, para determinar actividades con una aplicación y comprensión de las actividades de esta asignatura.

También el profesor debe considerar el desarrollo de práctica visitas industriales para el desarrollo del contenido.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencia específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicar, interpretar y evaluar las leyes de transferencia de calor en los problemas donde intervienen los sistemas renovables de energía.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas de información</li><li>• Solución de problemas</li></ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Colaborar en equipo</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li></ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>LUGAR Y FECHA DE ELABORACIÓN O REVISIÓN</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>OBSERVACIONES (CAMBIOS Y JUSTIFICACIÓN)</b>
<b>Instituto Tecnológico de Puebla, del 8 al 12 de junio de 2009.</b>	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
<b>Instituto Tecnológico de Puerto Vallarta, del 10 al 14 de Agosto de 2009.</b>	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.
<b>Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de agosto de 2009</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, Saltillo, Minatitlán y Villahermosa	Formulación de programas desarrollados para las materias de primer semestre
<b>Instituto Tecnológico de Minatitlán del 28 de agosto del 2009 al 21 de mayo de 2010.</b>	Representante de la Academia de Metal Mecánica.	Formulación de propuesta de programa desarrollado por competencias.
<b>Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010</b>	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 GENERAL DEL CURSO

- Aplicar, interpretar y evaluar, las leyes de transferencia de calor en los problemas donde intervienen los sistemas renovables de energía.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar las leyes de la termodinámica en sistemas de energías renovables.
- Emplear los conceptos de calor, temperatura y calor específico.
- Resolver problemas por medio de cálculo diferencial, cálculo integral.
- Aplicar propiedades térmicas de los materiales y de los fluidos.
- Realizar estadísticas en mediciones físicas, mecánicas y de propiedades termodinámicas.
- Realizar mediciones de variables físicas
- Manejo de instrumentos de medición

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conducción en estado estable.	1.1 Mecanismo físico de la conducción. 1.2 Conductividad térmica. 1.3 Ecuación de conducción de calor. 1.4 Conducción unidireccional . 1.5 Conducción bidimensional. 1.6 Selección y diseño de aislantes
2	Conducción en estado transitorio	2.1 Análisis por parámetros del transitorio. 2.2 Pared plana. 2.3 Sistemas radiales. 2.4 Aplicación de análisis numérico (diferencias finitas, volumen finito)
3	Convección natural.	3.1 Fundamentos físicos. 3.2 Convección natural sobre una placa vertical. 3.3 Correlaciones para otras geometrías. 3.4 Aplicaciones en placas, cilindros, esferas.
4	Convección forzada.	4.1 Fundamentos físicos. 4.2 Números dimensionales. 4.3 Ecuaciones Empíricas. 4.4 Placa plana. 4.5 Tubo circular. Aplicaciones en

5	Transferencia con cambio de fase.	intercambiadores de calor 4.6 Correlaciones para Flujo externo. 4.7 Correlaciones para Flujo interno.  5.1 Mecanismos físicos de la condensación. 5.2 Mecanismo físico de la ebullición. 5.3 Evaluación de coeficientes locales. 5.4 Aplicación en evaporadores y condensadores
6	Radiación Térmica	6.1 Mecanismo físico de radiación. 6.2 Leyes de radiación. 6.3 Emisividad, Absorción, Reflexión y Transmisión de Superficiales. 6.4 Factor de forma. 6.5 Intercambio de calor por radiación entre cuerpos negros. 6.6 Intercambio de calor por radiación entre superficies grises. 6.7 Cálculo de radiación en hornos.

## 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 y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.
- 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.
- 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 el ahorro de energía.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura. (Uso de software para solución de problemas).

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las prácticas de laboratorio realizadas.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Participación en clase en cuanto a problemas prácticos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Guía de observación del alumno (participación).

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### UNIDAD 1.- CONDUCCIÓN EN ESTADO ESTABLE.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar la distribución de temperatura y la transferencia de calor por conducción en estado	Describir el mecanismo físico de la conducción de calor mediante un modelo didáctico.

estable uni y bidimensional, y aplicarlos en la solución de problemas.

- Investigar y exponer el modelo matemático de la conducción de calor (Ley de Fourier).
- Investigar y elaborar un resumen que explique la conductividad y difusividad térmica, elaborando un resumen
- Aplicar la 1ra ley de la termodinámica a un cuerpo sólido para deducir la ecuación general de conducción de calor y expresarla en coordenadas cartesianas y cilíndricas e Identificar las diferentes condiciones iniciales y de frontera.
- Calcular 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 definir el concepto de resistencia térmica.
- Aplicar el concepto de circuito térmico para resolver problemas en paredes compuestas.
- Calcular la distribución de temperatura y la transferencia de calor unidimensional, sin generación interna de calor en un Cilindro.
- Usar la analogía eléctrica-térmica y definir la resistencia térmica de un cilindro y utilizar para resolver problemas en cilindros compuestos.
- Resolver problemas donde utilice el concepto de radio crítico de aislamiento.
- Definir mediante una ecuación matemática el coeficiente global de transferencia de calor en cilindros.
- Deducir la transferencia de calor unidireccional en estado estable con generación interna de calor en una pared plana y en un cilindro
- Investigar en diferentes fuentes de información los métodos para analizar sistemas bidimensionales en estado estable.

## UNIDAD 2.- CONDUCCIÓN EN ESTADO TRANSITORIO

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Aplicar las soluciones analíticas, graficas o numéricas para resolver problemas de transferencia de calor por conducción en estado transitorio, en una o más dimensiones.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar y mediante un diagrama formular el problema general de conducción en estado transitorio.</li><li>• Analizar y resolver problemas en sistemas transitorios donde la resistencia interna es despreciable</li><li>• Elaborar un diagrama y explicar la analogía eléctrica de fenómenos transitorios.</li><li>• Investigar, resumir y presentar la solución exacta y aproximada de una pared plana infinita, un cilindro infinito y una esfera y aplicar a diversos problemas.</li><li>• Investigar la solución al problema del sólido semi-infinito, interpretarla y aplicarla a diversas situaciones prácticas.</li><li>• Aplicar los resultados de los problemas unidimensionales a situaciones multidimensionales.</li><li>• Utilizar un software para el análisis de problemas.</li></ul>

## UNIDAD 3.- CONVECCIÓN NATURAL.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección natural o libre para diferentes situaciones prácticas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Discutir los fundamentos físicos relacionados con la convección natural.</li><li>• Analizar la convección natural sobre una placa vertical.</li><li>• Aplicar las correlaciones para otras geometrías</li><li>• Resolver problemas de diferentes situaciones prácticas.</li><li>• Realizar estudio de casos reales sobre el cálculo de convección</li></ul>



	natural.
--	----------

#### UNIDAD 4.- CONVECCIÓN FORZADA.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección forzada para diferentes ejemplos prácticos de flujo externo e interno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el Mecanismo físico de la transferencia de calor por convección.</li> <li>• Analizar la convección forzada en una placa régimen laminar.</li> <li>• Calcular la convección forzada en un tubo circular con diferentes regímenes de flujos.</li> <li>• Interpretar y aplicar las correlaciones para flujo externo.</li> <li>• Interpretar y aplicar las correlaciones para flujo interno.</li> <li>• Inducir diferentes situaciones prácticas en problemas de convección forzada.</li> </ul>

#### UNIDAD 5.- TRANSFERENCIA CON CAMBIO DE FASE.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Evaluar los coeficientes locales de transferencia de calor en la condensación y en la ebullición así como calcular los flujos de calor en modelos prácticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir los mecanismos físicos de la condensación.</li> <li>• Describir los mecanismos físicos de la Ebullición.</li> <li>• Analizar y evaluar la condensación y la ebullición.</li> <li>• Describir los mecanismos físicos de la ebullición.</li> <li>• Interpretar y aplicar las relaciones empíricas para evaluar la ebullición y condensación a través de experimentos prácticos.</li> <li>• Observar y realizar un estudio de casos reales de la condensación y ebullición.</li> </ul>

## UNIDAD 6.- RADIACIÓN TÉRMICA

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar y evaluar los mecanismos y las leyes de la radiación térmica en intercambio de energía entre superficies y en presencia de gases.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir y explicar el mecanismo físico de la transferencia de calor por radiación.</li><li>• Definir Intensidad de radiación y relacionar con la emisión, irradiación y la radiosidad.</li><li>• Evaluar la radiación del cuerpo negro,</li><li>• Definir absorción, reflexión y transmisión sus propiedades respectivas.</li><li>• Interpretar la Ley de Kirchhoff.</li><li>• Describir el fenómeno de la radiación solar.</li><li>• Determinar los factores de forma para configuraciones sencillas, utilizando graficas y aplicando el álgebra del factor de forma.</li><li>• Evaluar el intercambio de calor por radiación entre cuerpos negros para diferentes situaciones prácticas.</li><li>• Evaluar el intercambio de calor por radiación entre cuerpos grises para diferentes situaciones prácticas.</li><li>• Definir el coeficiente de transferencia de calor por radiación (hr)</li></ul>

### 11. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Cengel Yunus A. Transferencia de calor y masa, Tercera edición, 2007, Editorial Mc Graw-Hill.
2. José Ángel Manrique V. Transferencia de calor, Segunda edición, Año 2007, Editorial Alfa-omega.
3. Kreith y Bohn, Principios de transferencia de calor, Edición 2001, Editorial Thomson Learning.
4. Donald Q. Kern, Procesos de transferencia de calor, Quinta edición, año1999 Editorial CECSA.

5. Welty, Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa, Segunda edición, año1999, Editorial Limusa.
6. Brid R. B., Stewart W. E. y Lightfoot E. N. Fenómenos de transporte, segunda edición, Año 2002, Editorial Reverté.
7. Irving H. Shames, Mecánica de Fluidos, Tercera Edición, Año 1995, Mc Graw-Hill
8. F. Incropera, Fundamentos de transferencia de calor, Tercera Edición, Año 2007, Mc Graw- Hill

## **11. PRÁCTICAS**

1. Medir la conductividad térmica de diferentes materiales utilizados en ingeniería.
2. Estudiar los factores que afectan la conductividad térmica.
3. Medir el coeficiente global de transferencia de calor para un sistema renovable de energía.
4. Evaluar la conducción de calor de aislamientos térmicos
5. Verificar experimentalmente o comprobar la ley de Fourier de la conducción de calor.
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. Analizar diferentes situaciones de protección contra radiación térmica.
10. Verificar la ley de Stefan – Boltzmann de la radiación de los cuerpos negros.
11. Estudiar los sistemas con generación interna de calor, en conducción y radiación.
12. Comprobar el radio crítico para la selección de aislamientos.
13. Verificar el modelo de parámetros concentrados en conducción es estado transitorio.
14. Analizar la transferencia de calor en cambios de fase, condensación y evaporación.