

**1. Datos Generales de la asignatura**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Transferencia de Calor
<b>Clave de la asignatura:</b>	SAC-1336
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Sistemas Automotrices

**2. Presentación**

**Caracterización de la asignatura**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Sistemas Automotrices conocimientos, que le permitirán adquirir competencias necesarias para analizar los problemas de transferencia de calor que intervienen en los diferentes sistemas automotrices para su diseño, manufactura y mantenimiento, con el fin de hacer un uso eficiente de la energía, evitando en su medida, la contaminación del medio ambiente. Esta asignatura se relaciona con Química, Termodinámica, Ecuaciones diferenciales, Mecánica de fluidos, Mecánica de materiales, Motores de combustión interna, entre otras, ya que deben conocerse las características físicas y térmicas de los diferentes aislamientos y materiales de construcción de sistemas automotrices.

**Intención didáctica**

La asignatura está integrada por seis temas. En el primer tema estudia la conducción de calor en estado estable. El docente debe dar ejemplos concretos respecto a este tipo de transferencia de calor que le permitan al estudiante resolver problemas propuestos; y se analizan las conductividades térmicas de diferentes materiales.

El segundo tema estudia la conducción de calor en estado transitorio en paredes planas y sistemas radiales. El tercer tema estudia la convección natural en placas verticales y otras geometrías. Se sugiere que el docente muestre ejemplos prácticos para resolver problemas. El tema cuatro estudia la convección forzada, fundamentos físicos, números dimensionales, ecuaciones empíricas, convección forzada en placas planas, tubos y aplicaciones en intercambiadores de calor. Es conveniente que el docente haga mención y de ejemplos de las aplicaciones en la construcción de sistemas automotrices. El tema cinco estudia la transferencia de calor con cambio de fase, por ejemplo; la condensación y la ebullición. Para el tema seis se considera el tema de Radiación Térmica, donde se explicará el mecanismo físico de la radiación, las leyes de la radiación, los factores de forma y el intercambio de calor entre cuerpos negros y cuerpos grises.

El docente debe resolver problemas relacionados con el aspecto práctico. Debe guiar para desarrollar diferentes competencias genéricas como la habilidad de investigación, análisis de la información, trabajo en equipo, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad de aprender y la creatividad.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 13 al 16 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres, Superior del Sur de Guanajuato y Superior de Irapuato.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 19 de noviembre de 2012 al 1 de marzo de 2013.	Academias de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices de los Institutos Tecnológicos de: Tláhuac y Tlalnepantla.	Elaboración del Programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Instituto Tecnológico de Tláhuac, del 4 al 7 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres y Superior de Irapuato.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Tecnológico Nacional de México, del 5 al 8 de diciembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Superior de Abasolo, Superior de Lerdo, Superior de Irapuato, Superior de Libres y Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales, Ingeniería en Sistemas Automotrices y Licenciatura en Turismo.

**4. Competencia(s) a desarrollar**

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los conceptos de distribución de temperatura y transferencia de calor por conducción, convección y radiación para la solución de problemas de ingeniería.</li> </ul>

**5. Competencias previas**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta las leyes de la termodinámica en los procesos donde ocurren conversiones de energía para cuantificar su comportamiento bajo diferentes condiciones operativas en términos de la eficiencia térmica o el coeficiente de realización.</li> <li>• Aplica los métodos de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias para resolver problemas que involucran sistemas dinámicos que se presentan en la ingeniería.</li> </ul>
--

**6. Temario**

No.	Nombre de 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 estado transitorio. 2.2 Conducción en pared plana. 2.3 Sistemas radiales. 2.4 Aplicación de análisis numérico.
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 y esferas.
4	Convección forzada	4.1 Fundamentos físicos. 4.2 Números dimensionales. 4.3 Ecuaciones empíricas. 4.4 Placa plana. 4.5 Tubo circular. 4.6 Aplicaciones. 4.7 Correlaciones para flujo interno y externo.
5	Transferencia con cambio de fase	5.1 Mecanismo físico 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 la radiación. 6.2 Leyes de la radiación. 6.3 Emisividad, absorción, radiación y transmisión superficiales. 6.4 Factores de forma. 6.5 Intercambio de calor entre cuerpos negros y superficies grises.
---	-------------------	---

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

<b>Tema 1. Conducción en estado estable.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la distribución de temperatura y la transferencia de calor por conducción en estado estable unidimensional y bidimensional para aplicarlos en la solución de problemas.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborar en equipo.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Habilidad de buscar y analizar información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el mecanismo físico de la conducción de calor mediante un modelo didáctico.</li> <li>• Investigar y elaborar un resumen del modelo matemático de la conducción de calor (Ley de Fourier), la conductividad y difusividad térmica.</li> <li>• Aplicar la primera ley de la termodinámica aun cuerpo sólido para deducir la ecuación general de conducción de calor.</li> <li>• Calcular la distribución de temperatura y la transferencia de calor unidimensional en estado estable, sin generación interna de calor en una pared plana.</li> <li>• Usar la analogía eléctrica-térmica y definir el concepto de resistencia térmica. Aplicar el concepto de circuito térmico para resolver problemas en paredes compuestas.</li> <li>• Calcular la distribución de temperatura y la transferencia de calor unidimensional, sin generación interna de calor en un Cilindro.</li> <li>• Usar la analogía eléctrica-térmica, definir la resistencia térmica de un cilindro y resolver problemas en cilindros compuestos. Resuelve problemas donde utilice el concepto de radio crítico de aislamiento.</li> <li>• Definir mediante una ecuación matemática el coeficiente global de transferencia de calor, unidireccional en</li> </ul>

	estado estable con generación interna de calor en una pared plana y en un cilindro.
<b>Tema 2. Conducción en estado transitorio.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica las soluciones analíticas, gráficas o numéricas para resolver problemas de transferencia de calor por conducción en estado transitorio, en una o más dimensiones.</li> </ul> <p>Genéricas:</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 y colaborar en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar un diagrama para formular el problema general de conducción en estado transitorio, explicar la analogía eléctrica de fenómenos transitorios y analizar y resolver problemas.</li> <li>• Investigar la solución exacta y aproximada: de una pared plana infinita, un cilindro infinito y una esfera. Lo Aplica a diversos problemas.</li> <li>• Investigar la solución al problema del sólido semi-infinito, interpreta y aplica a diversas situaciones prácticas.</li> <li>• Emplear los resultados de los problemas unidimensionales a situaciones multidimensionales.</li> </ul>
<b>Tema 3. Convección natural.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula el coeficiente de transferencia de calor por convección natural para diferentes situaciones prácticas.</li> </ul> <p>Genéricas:</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 y colaborar en equipo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<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 natural.</li> </ul>

<b>Tema 4. Convección forzada</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección forzada para diferentes ejemplos prácticos de flujo externo e interno.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <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 y colaborar en equipo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<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 aplica las correlaciones para flujo externo.</li> <li>• Interpretar y aplica las correlaciones para flujo interno.</li> <li>• Resolver diferentes situaciones prácticas en problemas de convección forzada.</li> </ul>
<b>Tema 5. Transferencia con cambio de fase.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúa los coeficientes locales de transferencia de calor en la condensación y en la ebullición para calcular el flujo de calor en modelos prácticos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</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 y colaborar en equipo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<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 evalúa 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>

<b>Tema 6. Radiación Térmica</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los mecanismos y las leyes de la radiación térmica, intercambio de energía entre superficies en presencia de gases.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>Capacidad para generar nuevas ideas.</li> <li>Solución de problemas y colaborar en equipo.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir el Mecanismo físico de la transferencia de calor por radiación.</li> <li>Analizar la emisividad, absortividad, reflectividad y transmisión sobre un cuerpo negro</li> <li>Calcular la convección forzada en una Tubo circular con diferentes regímenes de flujos.</li> <li>Interpretar las leyes de Plank, Stefan-Boltzman, Kirchoff</li> <li>Calcular los factores de forma para geometría simples.</li> <li>Interpreta y aplica las relaciones experimentales para describir la transferencia de calor entre cuerpos negros.</li> </ul>

**8. Práctica(s)**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir la conductividad térmica de diferentes materiales utilizados en Ingeniería en Sistemas Automotrices.</li> <li>Estudiar los factores que afectan la conductividad térmica.</li> <li>Medir el coeficiente global de transferencia de calor a diferentes sistemas de transferencia de calor o de aislamiento térmico.</li> <li>Verificar experimentalmente o comprobar la ley de Fourier de la conducción de calor.</li> <li>Estudiar los factores que afectan el coeficiente de transferencia de calor por Convección forzada y natural.</li> <li>Medir la emisividad de diferentes superficies.</li> <li>Verificar la ley de Stefan – Boltzmann de la radiación de los cuerpos negros.</li> <li>Estudiar el comportamiento de aletas.</li> <li>Estudiar los sistemas con generación interna de calor.</li> <li>Comprobar el radio crítico de aislamiento.</li> <li>Verificar el modelo de parámetros concentrados en conducción es estado Transitorio.</li> <li>Analizar la transferencia de calor en cambios de fase, condensación y Evaporación.</li> <li>Usando software de simulación obtener el coeficiente de convección para una geometría simple y comprobar experimentalmente su valor.</li> </ul>
---

## 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 comunitaria, 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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

La evaluación se realiza con el propósito de evidenciar el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de manera integral, creando las condiciones en distintos espacios de aprendizaje y desempeño profesional.

En el contexto de la evaluación por competencias, dentro de las evidencias de desempeño, se sugieren las siguientes:

- Mapas
- Diagramas
- Tabla comparativa
- Ensayos
- Evaluación
- Cuadro sinóptico
- Foros de discusión
- Videos
- Reportes
- Bitácora
- Resumen
- Presentaciones

Y los instrumentos de evaluación del desarrollo de competencias específicas y genéricas, pueden ser:

- Guía de observación
- Matriz de valoración
- Lista de cotejo
- Guía de proyectos
- Rúbricas

### 11. Fuentes de información

1. J. P. Holman, Heat Transfer, 9th ed., Tata McGraw Hill Education pvt.ltd., New Delhi, 2010
2. Frank P. Incropera, David P. Dewitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5th ed., John Wiley & Sons
3. Manrique, J. A. (2007). *Transferencia de calor*. México: Alfa-omega.
4. Welty. (1999). *Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa*. México: Limusa.
5. Yunus A. Cengel, Heat Transfer - A Practical Approach., McGraw-Hill Education.
6. Kern, D. Q. (1999). *Procesos de transferencia de calor*. México: CECSA.
7. Cervantes de Gortari, J. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: UNAM-Fondo de Cultura Económica.