

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Máquinas y Equipos Térmicos I</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Electromecánica</b>
Clave de la asignatura :	<b>EMC-1018</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2-2-4</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Electromecánico, la capacidad de formular, gestionar y evaluar proyectos donde la energía térmica efectúa el papel principal en la realización de trabajo útil, el cual es función de una máquina o equipo térmico.

Asimismo, capacita al estudiante para el uso eficiente de la energía térmica, apegándose a las normas y acuerdos nacionales e internacionales existentes, con la finalidad de utilizarla en los sectores productivos y de servicios.

Esta materia integra conocimientos de otras como: Termodinámica y Transferencia de Calor principalmente. Debido a esto, el estudiante podrá aplicar los conceptos y principios vistos con anterioridad, a través de la realización de trabajo útil, en el marco del desarrollo sustentable.

### **Intención didáctica.**

El temario consta de cinco unidades, en donde la primera tiene como objetivo principal el comprender los fundamentos del proceso de transformación de la energía química de un combustible en energía térmica; la segunda unidad tiene como objetivo entender el proceso de utilización eficiente de la energía térmica de la combustión para generar un medio operante (vapor de agua), mismo que transporte esa energía y que sea capaz de convertirla en energía cinética para efectuar un trabajo útil; con la tercera unidad, se comprenderá el proceso de conversión de la energía cinética del medio operante en trabajo útil, en la cuarta unidad, se comprende la utilización de la energía térmica del medio operante para ser transferida donde se requiera a través de la tendencia del equilibrio térmico de dos sustancias de diferente temperatura; en la quinta y última unidad, el alumno seleccionará los equipos necesarios para controlar el vapor de agua de una forma adecuada.

---

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

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Comprender y aplicar los fundamentos de la combustión así como seleccionar, analizar, instalar, operar, controlar y mantener los generadores de vapor, turbinas de vapor y equipos auxiliares; además de diseñar y evaluar los intercambiadores de calor, para lograr que los sistemas sean siempre los óptimos en lo que a eficiencia se refiere</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></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>• Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solucionar problemas</li><li>• Tomar decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Realizar trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></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>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos generales básicos</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua</li></ul>
---	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Delicias, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Linares, Los Mochis, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula De Gordiano, Tijuana, Tlalnepantla, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electromecánica de los Institutos Tecnológicos de: Aquí va los tec</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula de Gordiano, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Comprender y aplicar los fundamentos de la combustión así como seleccionar, analizar, instalar, operar, controlar y mantener los generadores de vapor, turbinas de vapor y equipos auxiliares; además de diseñar y evaluar los intercambiadores de calor, para lograr que los sistemas sean siempre los óptimos en lo que a eficiencia se refiere.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Reconocer los conceptos de estequiometría y reacciones exotérmicas.
- Interpretar y aplicar los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica para seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la Ingeniería Electromecánica.
- Aplicar, interpretar y evaluar las leyes de transferencia de calor en problemas donde intervienen los sistemas electromecánicos.
- Interpretar las propiedades de los materiales.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Combustibles y combustión	1.1 Combustibles 1.2 Procesos de combustión teóricos y reales. 1.3 Entalpía de formación y combustión. 1.4 Poderes caloríficos inferior y superior. 1.5 Análisis de la primera ley de sistemas reactivos. 1.6 Sistemas de flujo estable y flujo cerrado. 1.7 Temperatura de flama adiabática. 1.8 Análisis de la segunda ley de sistemas reactivos. 1.9 Influencia de las condiciones atmosféricas. 1.10 Análisis de los productos de la combustión. 1.11 Normas de control de contaminación ambiental.
2	Generadores de vapor	2.1 Clasificación de los generadores de vapor. 2.2 Selección de los generadores de vapor. 2.3 Reglamentos industriales. 2.4 Componentes del sistema de alimentación de agua. 2.5 Tratamiento de agua de alimentación. 2.6 Balance térmico de un generador de vapor.
3	Turbinas de vapor.	3.1 Clasificación. 3.2 Elementos de una turbina de vapor.

		<p>3.3 Principios de funcionamiento.</p> <p>3.4 Sistemas de regulación.</p> <p>3.5 Aplicaciones, selección y evaluación.</p> <p>3.6 Principios de mantenimiento.</p>
<b>4</b>	<b>Intercambiadores de calor.</b>	<p>4.1 Coeficiente global de transferencia de calor.</p> <p>4.2 Factores de suciedad.</p> <p>4.3 Tipos de intercambiadores de calor.</p> <p>4.4 Temperatura media logarítmica.</p> <p>4.5 Método del NUT (número de unidades de transferencia)-rendimiento.</p> <p>4.6 Intercambiadores de calor compactos.</p> <p>4.7 Análisis de propiedades en los intercambiadores de calor.</p> <p>4.8 Consideraciones sobre el diseño y la evaluación de intercambiadores de calor.</p> <p>4.9 Variación de análisis de propiedades térmicas.</p>
<b>5</b>	<b>Equipos auxiliares</b>	<p>5.1 Válvulas.</p> <p>5.2 Trampas de vapor.</p> <p>5.3 Instrumentos de medición (Manómetros, termómetros y pirómetros.)</p> <p>5.4 Turbobombas.</p> <p>5.5 Turbosoplantes.</p> <p>5.6 Condensadores.</p> <p>5.7 Eyectores de aire.</p> <p>5.8 Criterios de selección.</p>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Realizar investigación documental para reforzar la comprensión de los conceptos abordados en el curso, llevándose a cabo la exposición al grupo sobre lo investigado.
- Desarrollar los modelos didácticos (analogías) que permitan comprender los conceptos teóricos.
- Realizar experimentos posibles para la mejor comprensión de los conceptos.
- Crear equipos de trabajo con la finalidad de reflexionar, dialogar y discutir los diferentes temas y presentar una conclusión de los mismos.
- Organizar visitas a instalaciones térmicas (termoeléctricas, buques, hotelería, entre otros), para observar e identificar las partes, funciones y control del sistema, realizando un reporte de lo observado.
- Proporcionar casos o ejemplos de problemas reales, cotidianos y actuales.
- Fomentar el uso adecuado de conceptos y terminología científico-tecnológica en las exposiciones de los estudiantes.
- Realizar prácticas de selección de equipos haciendo el cálculo necesario para su adecuada selección.
- Argumentar la importancia del cuidado del medio ambiente en el uso adecuado de los parámetros de operación de las máquinas y equipos térmicos, calculándolos y ajustándolos mediante una ingeniería con premisas sustentables.
- Realizar un estudio del grado de utilización de las máquinas y equipos térmicos en la industria en general, resaltando la importancia de los mismos.
- Utilizar software especializados en el área que aplique.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de la asignatura se propone considerar:

- Exámenes escritos.
- Resolución de problemas
- Reportes de trabajos de investigación.
- Participación en clase
- Prácticas de laboratorio
- Reportes de visitas industriales.
- Exposición de los temas investigados (Evidencias de desempeño)

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: **Combustibles y combustión**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprender los fundamentos de la combustión.</li><li>• Realizar el cálculo volumétrico y térmico de la combustión estequiométrica y real atendiendo los diferentes tipos de combustibles, sus ventajas, desventajas y aplicaciones en la industria así como el impacto en la ecología de cada uno de ellos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajo de investigación de los estudiantes para determinar los componentes de cada uno de los combustibles así como su poder calorífico, equilibrio estequiométrico e impacto ambiental en el uso de ellos. Exposición al grupo creando un foro de diálogo-discusión acerca de cada uno de los temas que sea realizado en equipo.</li><li>• Realizar cálculos volumétricos y térmicos para los diferentes tipos de combustible.</li></ul>

### Unidad 2: **Generadores de vapor**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Seleccionar los generadores de vapor atendiendo la normatividad nacional e internacional, cargas térmicas y parámetros de trabajo.</li><li>• Aplicar los conocimientos de la termodinámica para el</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los tipos de generadores de vapor utilizados en la industria describiendo su utilidad (ventajas y desventajas) y explicando sus aplicaciones.</li><li>• Determinar cuantitativamente y en forma experimental, la distribución del calor liberado por el combustible para un</li></ul>

<p>cálculo del balance térmico de un generador de vapor.</p>	<p>generador de vapor, calculando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Calor útil para generar vapor.</li> <li>• La Entalpía de vapor de agua.</li> <li>• La Pérdida de calor por combustión incompleta del carbono</li> <li>• La Pérdida de calor sensible en los gases de escape.</li> <li>• Otras Pérdidas.</li> </ul>
--	---

**Unidad 3: Turbinas de vapor.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de turbinas de vapor así como las leyes de la termodinámica, para lograr una selección, evaluación y un adecuado mantenimiento de las mismas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la clasificación de los diferentes tipos de turbinas de vapor, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas, en sus aplicaciones.</li> <li>• Identificar las partes que componen una turbina de vapor, describiendo su función.</li> <li>• Discutir en grupo, los principios de funcionamiento de una turbina de vapor.</li> <li>• Hacer un trabajo donde explique las aplicaciones de cada tipo de turbina de vapor y el criterio de selección de un equipo.</li> <li>• Visitar una industria que ocupe alguna turbina de vapor con el fin de identificar sus elementos y sus sistemas de regulación.</li> <li>• Realizar una investigación sobre los tipos, normas de mantenimiento a las turbinas de vapor.</li> <li>• Reporte de cálculo, sobre la evaluación de una turbina de vapor previamente seleccionada.</li> <li>• Utilización de software especializado.</li> </ul>



--	--

#### Unidad 4: Intercambiadores de calor.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar las consideraciones sobre el diseño y evaluación de intercambiadores de calor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular y aplicar el coeficiente global de transferencia de calor.</li> <li>• Investigar, discutir y concluir, como afecta el factor de suciedad en los intercambiadores de calor.</li> <li>• Identificar los diferentes tipos de intercambiadores de calor.</li> <li>• Analizar las propiedades de los fluidos usados en los intercambiadores de calor.</li> <li>• Dominar las consideraciones sobre el diseño y evaluación de los intercambiadores de calor.</li> <li>• Utilización de software especializado.</li> </ul>

#### Unidad 5: . Equipos Auxiliares.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enunciar los principios de funcionamiento de los equipos auxiliares para seleccionarlos adecuadamente en los sistemas térmicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el funcionamiento de todos los equipos auxiliares que intervienen en el correcto funcionamiento de un generador de vapor y de una turbina de vapor.</li> <li>• Determinar los instrumentos de medición que intervienen en el conocimiento de los parámetros de funcionamiento de las máquinas y equipos térmicos.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Frederick T. Morse, *Centrales Eléctricas*, 3ª edición, Compañía Editorial Continental, S.A., México, España, Argentina, Chile, Venezuela. 1976.
2. Virgil Moring Faires, *Termodinámica*, 2ª edición, U.T.E.H.A, México, 1973.
3. **Fundamentos de transferencia de calor**, F. Incropera-D.Dewit 2003.
4. *Calderas Navales*, 1ª edición, Heroica Escuela Naval Militar, México, 2007.
5. *Maquinaria Naval Auxiliar*, 1ª edición, Heroica Escuela Naval Militar, México, 2007.
6. Cengel Yunus A. *Transferencia de calor y masa*, Tercera edición, 2007, Editorial Mc Graw-Hill.
7. Donald Q. Kern, *Procesos de transferencia de calor*, Quinta edición, año1999 Editorial CECSA.
8. Welty, *Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa*, Segunda edición, año1999, Editorial Limusa.
9. Brid R. B., Stewart W. E. y Lightfoot E. N. *Fenómenos de transporte*, segunda edición, Año 2002, Editorial Reverté.
10. Shield, Carl D. *Generadores de vapor, tipos características y sus funciones*. Editorial: continental,1987. 8a edición.
11. Moran Michael J. and Shapiro N. Howard. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. Editorial: John Wiley and Sons, 2000.
12. Comisión Federal de Electricidad. *Teoría de pruebas y combustión*. 1991.
13. Russell Lynn D y ADEBIYI George A. *Termodinámica clásica*. Editorial: Pearson education, 2000. 9a edición.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Cálculo del balance de la ecuación de combustión.
- Calculo del Balance térmico del generador de vapor empleando equipos auxiliares.
- Determinación experimental del coeficiente de transferencia de calor para un intercambiador de calor de flujos paralelos y contra flujo.
- Modelar los componentes de un generador de vapor.
- Determinación de transferencia de energía, efectividad, diferencia media logarítmica y el NUT en intercambiadores de calor.
- Hacer evaluación de campo en tiempo real de una turbina de vapor.