

### 1. Datos de la asignatura

|                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>Nombre de la Asignatura:</b> | Análisis Termodinámico de Procesos |
| <b>Clave de la Asignatura:</b>  | MMF-1605                           |
| <b>SATCA<sup>2</sup>:</b>       | 3-2-5                              |
| <b>Carrera:</b>                 | Ingeniería Ambiental.              |

### 2. Presentación

#### Caracterización de la asignatura

La importancia de esta asignatura radica en la necesidad de que los futuros profesionistas conozcan el método exergético en el análisis de procesos y así contribuir en el uso más eficiente de la energía como motor de la economía actual y futura de un país.

En esta materia se plantea que el método más eficiente de reducir la dependencia energética es emplearla de una manera más eficaz. Con la materia se pretende que el alumno se familiarice con los conceptos que se presentan en el programa y que distinga perfectamente las cantidades termodinámicas que se utilizan para conseguir un completo análisis de un proceso industrial.

#### Intención didáctica

Esta asignatura se divide en 5 temas distribuidos de la siguiente manera:

En el tema uno se plantea el uso de balances de entropía para determinar la eficiencia de los procesos y su acercamiento a la idealidad o procesos reversibles.

En el tema dos se abordan los balances de exergía para la disminución del consumo de energía en los procesos productivos.

En el tema tres se realizan análisis de eficiencia en el uso de energía dentro de los ciclos de gases usados para generación de potencia y el análisis de diseño de procesos de cogeneración con el uso de remanentes o vapores húmedos.

En el tema cuatro se estudia de forma básica los procesos de refrigeración y bombas de calor dentro de procesos productivos o de servicios.

En el tema cinco se propone la caracterización y manipulación de mezclas de gases

para su incorporación o separación dentro de procesos productivos.

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

| Lugar y fecha de elaboración o revisión                                 | Participantes  | Observaciones   |
|---|--|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Cd. Lerdo, Dgo., Junio de 2016 | Representantes de la academia de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. | Diseño curricular de la especialidad de la carrera de Ingeniería Ambiental. |

### Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura  |
|--|
| Domina un método formal y práctico de utilizar la segunda ley de la termodinámica en los análisis y diseños de sistemas energéticos. |

### 5. Competencias previas

|   |
|---|
| El alumno debe de conocer y aplicar los conceptos básicos de la termodinámica como la ley cero, los gases ideales y reales, la primera ley de la termodinámica y la entropía. |
|---|

### 6. Temario

| No. | Temas                                     | Subtemas  |
|-----|---|---|
| 1   | Entropía.                                 | 1.1 Principio del incremento de la entropía.<br>1.2 Cambio de entropía de sólidos y líquidos.<br>1.3 Trabajo reversible en flujo estable.<br>1.4 Eficiencias isoentrópicas.<br>1.5 Balance de entropía. |
| 2   | Medida del potencial de trabajo: exergía. | 2.1 Exergía.<br>2.2 Trabajo reversible e irreversible.  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | 2.3 Cambio de exergía de un sistema<br>2.4 Transferencia de exergía por calor, trabajo y masa.<br>2.5 Balance de exergía.  |
| 3 | Ciclos de potencia de gas, de vapor y combinados | 3.1 Consideraciones básicas en el análisis de ciclos de potencia.<br>3.2 Fundamentos de Ciclo de Otto.<br>3.3 Fundamentos de Ciclo de Diesel.<br>3.4 Ciclo de Brayton.<br>3.5 Ciclo de vapor de Carnot<br>3.6 Ciclo de Rankine<br>3.7 Ciclos combinados y cogeneración |
| 4 | Ciclos de refrigeración.                         | 4.1 Ciclo ideal de refrigeración por compresión de gas.<br>4.2 Ciclo real de refrigeración por compresión de gas.<br>4.3 Sistemas innovadores de refrigeración por Compresión de vapor.  |
| 5 | Mezclas de gases.                                | 5.1 Propiedades de mezclas de gases ideales y reales.<br>5.2 Potencial químico y el trabajo de separación de mezclas.  |

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

| 1. Entropía  |   |
|--|---|
| Competencias   | Actividades de aprendizaje  |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza balances de entropía para determinar la eficiencia de los procesos y su acercamiento a la idealidad o procesos reversibles.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>Capacidad de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar el concepto de entropía y relacionarlo con la aplicación de la segunda ley de la termodinámica en procesos.</li> <li>Establecer el principio de incremento de entropía</li> <li>Realizar cálculos de cambio de entropía durante procesos de sustancias puras, incompresibles y gases ideales.</li> <li>Realizar una investigación de procesos isentrópicos y las propiedades de éstos.</li> <li>Introducir y aplicar el balance de energía en varios sistemas.</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad creativa</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Compromiso ético</li> <li>• Compromiso con la calidad</li> </ul>   |  |
| <p>2. Medida del potencial de trabajo: exergía</p>   |  |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>  |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza los balances de exergía para la disminución del consumo de energía en los procesos productivos.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad creativa</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Compromiso ético</li> <li>• Compromiso con la calidad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un análisis para evaluar el desempeño de los dispositivos de la ingeniería de acuerdo a la segunda ley de la termodinámica.</li> <li>• Definir el concepto de exergía, trabajo reversible, destrucción de exergía.</li> <li>• Definir la eficiencia según la segunda ley</li> <li>• Desarrollar la relación del balance exergía.</li> <li>• Realizar ejercicios de balance de exergía a sistemas cerrados y volúmenes de control.</li> </ul> |
| <p>3. Ciclos de potencia de gas, de vapor y combinados</p>   |  |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza análisis de eficiencia en el uso de energía dentro de los ciclos de gases usados para generación de potencia.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>Capacidad de investigación</li> <li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>Capacidad creativa</li> <li>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>Capacidad para tomar decisiones</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>Habilidades interpersonales</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el desempeño de los ciclos de potencia de gas para un fluido de trabajo.</li> <li>Realizar análisis de ciclos de potencia de gas con base en la segunda ley de la termodinámica.</li> <li>Analizar ciclos de potencia de vapor en los cuales el fluido de trabajo se evapora y condensa alternadamente.</li> <li>Investigar el concepto de cogeneración.</li> <li>Realizar una investigación para relacionar el ciclo Rankine para incrementar la eficiencia térmica del ciclo.</li> </ul> |
|---|---|

4. Ciclos de refrigeración

| Competencias  | Actividades de aprendizaje   |
|---|--|
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseña procesos de refrigeración y bombas de calor dentro de procesos productivos o de servicios.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>Capacidad de investigación</li> <li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>Capacidad creativa</li> <li>Capacidad para identificar, plantear</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar los conceptos de refrigeradores, bombas de calor.</li> <li>Analizar en clase el ciclo de refrigeración por compresión de vapor ideal y de vapor real.</li> <li>Hacer una revisión de los factores involucrados para hacer una correcta selección de refrigerante.</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
| <p>y resolver problemas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>  |   |
| <b>5. Mezclas de gases</b>   |   |
| <b>Competencias</b>  | <b>Actividades de aprendizaje</b>   |
| <p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracteriza y manipula mezclas de gases para su incorporación o separación dentro de procesos productivos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad creativa</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las reglas para determinar las propiedades de una mezcla de gases no reactiva.</li> <li>• Realizar ejercicios para determinar las cantidades utilizadas para describir la composición de una mezcla, fracción en masa, fracción molar y fracción volumétrica.</li> <li>• Predecir el comportamiento P-v-T de las mezclas de gas.</li> </ul> |

### 8. Práctica(s)

Conocer el ciclo mecánico de refrigeración  
Calentamiento del aire  
Enfriamiento del aire

### 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

Evaluación escrita  
Prácticas de campo y de laboratorio  
Solución de ejercicios en clase  
Tareas de investigación

Utilizando listas de cotejo, cuestionarios, autoevaluación, rúbricas y otros instrumentos de evaluación.

## 11. Fuentes de información

- Yunus, A., Boles, M. (2011). Termodinámica. Séptima edición. D. F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Castellan, G. (1998). Físicoquímica. D. F., México: Addison-Wesley Iberoamericana.