

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Térmicos
Clave de la asignatura:	ERF-1029
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en energías renovables, la capacidad de formular, gestionar y evaluar proyectos donde la energía térmica realiza el papel principal en la realización de trabajo útil, función de una máquina o equipo térmico. Asimismo, el Ingeniero en Renovable aplica las normas y acuerdos nacionales e internacionales, existentes, con la finalidad de utilizarla en los sectores productivos y de servicios, para el uso eficiente de la energía en dicho contexto. Esta asignatura integra conocimientos principalmente de Termodinámica y Transferencia de Calor.</p> <p>La presente asignatura aporta además, la capacidad de: comprender los fundamentos de los ciclos de vapor y gases para la selección, análisis, instalación, operación, control y mantenimiento de los motores de combustión interna y compresores; proyectar, gestionar, implementar y controlar actividades de instalación y operación de los sistemas energéticos renovables. Así como formular, gestionar y evaluar, proyectos de ingeniería relacionados con sistemas y dispositivos en el área de los sistemas energéticos renovables, con el fin de proponer soluciones con tecnología de vanguardia, en el marco del desarrollo sustentable</p>
Intención didáctica
<p>El temario consta de 9 temas:</p> <p>El tema 1 tiene como objetivo principal comprender los fundamentos del proceso de transformación de la energía química de un biocombustible en energía térmica; El tema 2 permite entender el proceso de utilización eficiente de la energía térmica de la combustión para generar un medio operante (vapor de agua) que transporte la energía para posteriormente convertirla en energía cinética para efectuar trabajo útil.; en el tema 3 se comprenderá el proceso de conversión de la energía cinética del medio operante en trabajo útil, en el tema 4, se aborda el uso 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 el tema 5 el estudiante debe comprender , para</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

analizar y explicar, el ciclo de vapor con el fin de dar un enfoque termodinámico al funcionamiento de las turbinas de vapor, vistas en la materia de máquinas y equipos térmicos, con la finalidad de comparar y calcular el rendimiento de una máquina de vapor, bajo condiciones de operación diferentes.

En el tema 6, el alumno comprenderá el ciclo básico que se utiliza para el análisis de funcionamiento de una turbina de gas, aprenderá las diferencias entre un ciclo abierto (Brayton) y un ciclo cerrado (Otto) así como las diferentes formas de comportamiento de las máquinas al incorporar diferentes aditamentos que remodelan el ciclo. En el tema 7, el estudiante comprenderá la clasificación, el funcionamiento, rendimiento y potencia de los motores de combustión interna, identificando cada uno de sus componentes así como la función de cada uno de ellos, en ésta unidad se abarcan las turbinas de gas y motores de propulsión a chorro puesto que pertenecen también a la clasificación de los motores de combustión interna; se realizarán prácticas en el laboratorio para determinar experimentalmente las curvas de los parámetros de funcionamiento de un motor con diferentes tipos de biocombustibles, con diesel y gasolina bajo distintas cargas de operación.

En el tema 8 el estudiante comprenderá las diferentes combinaciones que se realizan con el fin de incrementar los rendimientos de los sistemas, logrando una reducción significativa de las pérdidas.

En el tema 9 se aborda el tema de la clasificación y análisis del funcionamiento de un compresor, identificando los principios de termodinámica que intervienen en los compresores.

El enfoque de ésta materia debe darse con la finalidad de que el alumno sea capaz de seleccionar, instalar y mantener el correcto funcionamiento de los 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 alumno 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.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.

Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Selecciona, instala, opera las diferentes máquinas y equipos térmicos utilizados en la industria para incrementar la eficiencia energética de los mismos solucionando consumos excesivos de energía.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • 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 en energías renovables. • Aplicar, interpretar y evaluar las leyes de transferencia de calor en problemas donde intervienen sistemas energéticos. • Interpretar las propiedades de los materiales.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Combustión	<p>1.1 Procesos de combustión teóricos y reales.</p> <p>1.2 Entalpía de formación y combustión.</p> <p>1.3 Poderes caloríficos inferior y superior.</p> <p>1.4 Análisis de la primera ley de sistemas reactivos.</p> <p>1.5 Sistemas de flujo estable y flujo cerrado.</p> <p>1.6 Temperatura de flama adiabática.</p> <p>1.7 Análisis de la segunda ley de sistemas reactivos.</p> <p>1.8 Influencia de las condiciones atmosféricas.</p> <p>1.9 Análisis de los productos de la combustión.</p> <p>1.10 Normas de control de contaminación ambiental.</p>
2	Generadores de vapor	<p>2.1 Clasificación de los generadores de vapor.</p> <p>2.2 Selección de los generadores de vapor.</p> <p>2.3 Reglamentos industriales.</p> <p>2.4 Componentes del sistema de alimentación de agua.</p> <p>2.5 Tratamiento de agua de alimentación.</p> <p>2.6 Balance térmico de un generador de vapor</p>
3	Turbinas de vapor y equipos auxiliares	<p>3.1 Clasificación.</p> <p>3.2 Elementos de una turbina de vapor.</p> <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> <p>3.7 Válvulas.</p> <p>3.8 Trampas de vapor.</p> <p>3.9 Instrumentos de medición (Manómetros, termómetros y pirómetros.)</p> <p>3.10 Turbobombas.</p> <p>3.11 Turbocompresores y turboventiladores.</p> <p>3.12 Condensadores.</p> <p>3.13 Eyectores de aire.</p> <p>3.14 Criterios de selección.</p>
4	Intercambiadores de calor.	<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. 4.4 Temperatura media logarítmica. 4.5 Método del NUT (número de unidades de transferencia)-rendimiento. 4.6 Intercambiadores de calor compactos. 4.7 Análisis de propiedades en los intercambiadores de calor. 4.8 Consideraciones sobre el diseño y la evaluación de intercambiadores de calor. 4.9 Variación de análisis de propiedades térmicas.</p>
5	Ciclo de vapor.	<p>5.1 Ciclos Rankine 5.2 Ciclo de Hirn 5.3 Ciclo Carnot 5.4 Eficiencia.</p>
6	Ciclo de gas.	<p>6.1 Ciclo Brayton ideal. 6.2 Ciclo Brayton real. 6.3 Turbinas de gas. 6.4 Ciclo Brayton con regeneración. 6.5 Ciclo Brayton con interenfriamiento. 6.6 Ciclo Brayton con recalentamiento. 6.7 Eficiencia</p>
7	Motores de combustión interna	<p>7.1 Clasificación de los motores de combustión interna. 7.2 Motor Otto. 7.3 Motor Diesel. 7.4 Sistemas auxiliares (Sistema de encendido, Sistema de inyección, sistema de lubricación, sistema de enfriamiento). 7.5 Motores de propulsión a chorro. 7.6 Análisis energético de las turbinas de gas. 7.7 Rendimientos, potencia y selección.</p>
8	Ciclos combinados	<p>8.1 Tipos de ciclos combinados 8.2 En la generación de energía 8.3 En la cogeneración 8.4 Eficiencia energética.</p>

9	Compresores	<p>9.1 Clasificación.</p> <p>9.2 Análisis de la primera ley de la termodinámica en un compresor reciprocante y centrífugo.</p> <p>9.3 Compresión multietápica con enfriamiento intermedio.</p> <p>9.4 Eficiencia isotérmica del compresor.</p> <p>9.5 Eficiencia isoentrópica del compresor.</p> <p>9.6 Eficiencia politrópica del compresor.</p> <p>9.7 Trabajo ideal del compresor.</p> <p>9.8 Trabajo real del compresor.</p> <p>9.9 Aplicación termodinámica del compresor.</p>
---	-------------	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Combustión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende los fundamentos de la combustión como proceso de transformación química de los combustibles y biocombustibles para su utilización en forma de energía térmica.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p>	<p>Trabajo de investigación de los alumnos para determinar los componentes de cada uno de los biocombustibles y combustibles así como su poder calorífico y equilibrio estequiométrico, impacto ambiental en el uso de ellos, exposición al grupo creando un foro de dialogo-discusión acerca de cada uno de los temas.</p> <p>Fomentando el trabajo en equipo.</p> <p>Realizar cálculos volumétricos y térmicos para los diferentes tipos de biocombustible y combustibles.</p>
Generadores de Vapor	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Selecciona los generadores de vapor atendiendo la normatividad nacional e internacional, cargas térmicas y parámetros de trabajo para su aplicación en la industria y utiliza los conocimientos de</p>	<p>Investigar los tipos de generadores de vapor utilizados en la industria describiendo su utilidad (ventajas y desventajas) y explicando sus aplicaciones.</p> <p>Determinar cuantitativamente y en forma experimental, la distribución del calor</p>

<p>termodinámica para calcular el balance térmico de un generador de vapor</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica</p>	<p>liberado por el combustible , para un generador de vapor, calculando: El Calor útil para generar vapor. La Entalpía de vapor de agua. La Pérdida de calor por combustión incompleta del carbono La Pérdida de calor sensible en los gases de escape. Otras Pérdidas.</p>
<p>Turbinas de vapor y Equipos Auxiliares.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Evalúa y selecciona una turbina de vapor basándose en sus principios de funcionamiento para una aplicación específica.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción análisis y síntesis</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>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.</p> <p>Identificar las partes que componen una turbina de vapor, describiendo su función.</p> <p>Discutir en grupo, los principios de funcionamiento de una turbina de vapor.</p> <p>Hacer un trabajo donde explique las aplicaciones de cada tipo de turbina de vapor y el criterio de selección de un equipo.</p> <p>Se recomienda una visita a las industrias que ocupen alguna turbina de vapor con el fin de identificar sus elementos y sus sistemas de regulación.</p> <p>Realizar una investigación sobre los tipos, normas de mantenimiento a las turbinas de vapor.</p> <p>Reporte de cálculo sobre la evaluación de una turbina de vapor previamente seleccionada.</p> <p>Utilización de software especializado.</p> <p>Realizar una investigación sobre los tipos, normas de mantenimiento</p>

Intercambiadores de Calor	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica las consideraciones sobre el diseño y evaluación de intercambiadores de calor para su correcta aplicación en algún proceso de calor.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p>	<p>Calcular y aplicar el coeficiente global de transferencia de calor.</p> <p>Investigar, discutir y concluir como afecta el factor de suciedad en los intercambiadores de calor.</p> <p>Identificar los diferentes tipos de intercambiadores de calor.</p> <p>Analizar las propiedades de los fluidos usados en los intercambiadores de calor.</p> <p>Dominar las consideraciones sobre el diseño y evaluación de los intercambiadores de calor.</p> <p>Utilización de software especializado.</p>
Ciclo de Vapor	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica (s):</p> <p>Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos de vapor para reconocer el ciclo apropiado para un proceso.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<p>Trabajo de investigación de los alumnos para determinar cómo se distribuye la energía térmica que entra al sistema y determinar las diferentes pérdidas así como sus porcentajes.</p> <p>Comprender y explicar el impacto ambiental producto de las pérdidas de energía.</p> <p>Exposición al grupo creando un foro de diálogo-discusión acerca de cada uno de los temas, propiciando el trabajo en equipo.</p> <p>Uso de software especializado.</p>
Ciclos de gas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica (s):</p> <p>Realizar la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos de gas para reconocer el ciclo apropiado para un proceso.</p>	<p>Identificar e interpretar las gráficas de los ciclos de gas ideales.</p> <p>Identificar e interpretar las gráficas de los ciclos de gas reales.</p> <p>Hacer un análisis comparativo de las</p>

<p>Genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<p>gráficas de los ciclos ideal y real de las maquinas térmicas. Identificar las pérdidas de energía de los sistemas térmicos en estudio, proponiendo formas de reducción de las perdidas. Uso de software especializado.</p>
Motores de Combustión Interna	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica (s): Realizar la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes motores de combustión interna para su correcta aplicación en un proceso.</p> <p>Genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Investigar la clasificación de los diferentes tipos de motores de combustión interna, según su aplicación, forma de conversión de energía, disposición física de los cilindros, ciclos por revolución, etc. así como las ventajas y desventajas de cada una de ellos, en sus aplicaciones. Identificar las partes que componen un motor de combustión interna, describiendo su función. Discutir en grupo, los principios de funcionamiento de los motores de combustión interna. Hacer un trabajo donde explique las aplicaciones de cada tipo de motor de combustión interna y el criterio de selección y mantenimiento de cada uno de ellos. Uso de software especializado. Se recomienda una visita a las industrias que utilicen y fabriquen diferentes tipos de motores de combustión interna.</p>
Ciclos combinados	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica (s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos combinados para reconocer el ciclo apropiado para un proceso.</p> <p>Genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<p>Investigar, discutir y concluir en equipo como contribuye la combinación de los ciclos de gas y vapor al aumento del rendimiento de los sistemas térmicos. Identificar las diferentes formas de combinación de los ciclos de gas y vapor en los procesos de obtención de energía eléctrica. Analizar los planos termodinámicos de los ciclos combinados. Utilizar software especializado.</p>

Compresores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica (s):</p> <p>Realiza el balance térmico de los compresores para la determinación de la eficiencia energética del equipo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de investigación Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<p>Investigar los diferentes tipos y principios de funcionamiento de los compresores. Relacionar las leyes de la termodinámica a los principios de operación de los compresores. Exponer y establecer en el grupo un dialogo-discusión sobre los diferentes temas sobre compresores. Establecer las diferencias entre el trabajo ideal y real de un compresor. Determinar las eficiencias adiabáticas, politrópica e isentrópica de un compresor.</p>

8. Práctica(s)

<p>Cálculo del balance de la ecuación de combustión de biocombustibles. 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 NTU en intercambiadores de calor. Hacer evaluación de campo en tiempo real de una turbina de vapor. Balance térmico de un motor diesel y gasolina. Balance térmico de un compresor de pistones recíprocos y centrífugo. Determinar las curvas de consumos de combustible, par torsional a diferentes rpm, rendimiento volumétrico de un motor de combustión interna en el dinamómetro de pruebas. Prácticas de laboratorio de ciclos de vapor, ciclos de gas y ciclos combinados.</p>

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

Exámenes escritos.
Resolución de problemas y trabajos de investigación
Participación en clase, prácticas de laboratorio y visitas industriales.
Exposición de los temas investigados

11. Fuentes de información

Cengel Yunus A. y Michael A. Boles(2012) *Termodinámica*, sexta edición Editorial Mc Graw-Hill, México.
T. Balmer, R. (2011). *Modern Engineering Thermodynamics*. United States of America: Elsevier
Saverns, W.H, Degler, H.E., Miles, J.C. (2002). *Energía mediante vapor, aire o gas*. México. Reverte
Cengel, Y.A., Ghajar A.J. (2011). *Transferencia de calor y masa*. México. McGrawHill.