

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Máquinas y Equipos Térmicos II
Clave de la asignatura:	EMC-1019
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Electromecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>La presente asignatura aporta al perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Electromecánica, 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 electromecánicos, así como formular, gestionar y evaluar, proyectos de ingeniería relacionados con sistemas y dispositivos en el área electromecánica, con el fin de proponer soluciones con tecnología de vanguardia, en el marco del desarrollo sustentable.</p>
Intención didáctica
<p>La asignatura está conformada por cinco temas; en el primer tema se analizará y explicará, el ciclo de vapor con el fin de dar un enfoque termodinámico al funcionamiento de las turbinas de vapor, abordadas en la asignatura de Máquinas y Equipos Térmicos I, con la finalidad de comparar y calcular el rendimiento de una máquina de vapor, bajo condiciones de operación diferentes.</p> <p>En el segundo tema, se revisará 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 éste tema 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 harán prácticas en el laboratorio para determinar experimentalmente las curvas de los parámetros de funcionamiento de un motor a diesel y gasolina bajo distintas cargas de operación.</p> <p>En el tercer tema, se abordará el ciclo básico que se utiliza para el análisis de funcionamiento de una turbina de gas, las diferencias entre un ciclo abierto (Brayton) y un ciclo cerrado, así como las diferentes formas de comportamiento de las máquinas al incorporar diferentes aditamentos que remodelan el ciclo.</p> <p>En el cuarto tema, se analizarán las diferentes combinaciones que se realizan con el fin de incrementar los rendimientos de los sistemas, logrando una reducción significativa de las pérdidas.</p> <p>En el quinto y último tema se estudia la clasificación y análisis del funcionamiento de un compresor, identificando los principios de termodinámica que intervienen en ellos.</p> <p>Esta asignatura debe centrarse en lograr las competencias en el estudiante que lo hagan capaz de seleccionar, instalar y mantener el correcto funcionamiento de los diferentes máquinas y equipos térmicos utilizados en la industria, de acuerdo a las necesidades de éstas, buscando la optimización de los equipos y solucionando problemas de funcionamiento.</p> <p>Es importante que el estudiante también sea capaz de interpretar un manual del fabricante de los equipos con el fin de hacer una instalación eficaz así como la operación, mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos.</p>

¹ 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 24 al 28 de agosto de 2009.	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.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	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.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Oriente del Estado de Hidalgo, La Paz, La Región Sierra, Los Cabos, Delicias, Ensenada, Chihuahua, Iguala, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Los Ríos, Matamoros, Minatitlán, Mulegé, Nuevo Casas Grandes, Puerto Progreso, Puerto Vallarta, Tapachula y Zacatepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.

Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Realiza la evaluación energética, el balance térmico de los diferentes motores de combustión interna, compresores, de ciclos de vapor, gas y combinados para mejorar su eficiencia, además selecciona y adquiere los conocimientos necesarios para su mantenimiento.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> 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, así como diseñar y evaluar los intercambiadores de calor. 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.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Ciclo de vapor	1.1. Ciclos Rankine. 1.2. Ciclo de Hirn. 1.3. Ciclo Carnot. 1.4. Eficiencia.
2	Motores de combustión interna	2.1. Clasificación de los motores de combustión interna. 2.2. Motor Otto.

		<p>2.3. Motor Diesel.</p> <p>2.4. Sistemas auxiliares (Sistema de encendido, Sistema de inyección, sistema de lubricación, sistema de enfriamiento).</p> <p>2.5. Motores de propulsión a chorro.</p> <p>2.6. Turbinas de gas.</p> <p>2.7. Rendimientos, potencia y selección.</p>
3	Ciclo de gas.	<p>3.1. Ciclo Brayton ideal.</p> <p>3.2. Ciclo Brayton real.</p> <p>3.3. Ciclo Brayton con regeneración.</p> <p>3.4. Ciclo Brayton con interenfriamiento.</p> <p>3.5. Ciclo Brayton con recalentamiento.</p> <p>3.6. Eficiencia.</p>
4	Ciclos combinados	<p>4.1. Tipos de ciclos combinados.</p> <p>4.2. En la generación de energía.</p> <p>4.3. En la cogeneración.</p> <p>4.4. Eficiencia energética.</p>
5	Compresores	<p>5.1. Clasificación.</p> <p>5.2. Análisis de la primera ley de la termodinámica en un compresor recíprocante y centrífugo.</p> <p>5.3. Compresión multietapas con enfriamiento intermedio.</p> <p>5.4. Eficiencia isotérmica del compresor.</p> <p>5.5. Eficiencia isoentrópica del compresor.</p> <p>5.6. Eficiencia politrópica del compresor.</p> <p>5.7. Trabajo ideal del compresor.</p> <p>5.8. Trabajo real del compresor.</p> <p>5.9. Aplicación termodinámica del compresor.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Ciclo de vapor	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica (s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos de vapor. Determina la eficiencia térmica y comprende su optimización. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad de trabajo en equipo • Capacidad de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación para identificar cómo se distribuye la energía térmica que entra al sistema y determinar las diferentes pérdidas así como sus porcentajes. • Comprender y explicar el impacto ambiental producto de las pérdidas de energía. • Exposición al grupo creando un foro de diálogo-discusión acerca de cada uno de los temas investigados. • Uso de software especializado para la evaluación energética y el balance térmico.

2 Motores de combustión interna	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes motores de combustión interna, selecciona y obtiene los fundamentos necesarios para su mantenimiento</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de trabajo en equipo • Capacidad de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la clasificación, ventajas y desventajas de los diferentes tipos de motores de combustión interna, • 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. • Explicar las aplicaciones, criterio de selección y mantenimiento de cada tipo de motor de combustión interna. • Uso de software especializado para la evaluación energética y el balance térmico.
3. Ciclo de gas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos de gas, determina la eficiencia térmica y comprende su optimización</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e interpretar las gráficas de los ciclos de gas ideales. • Hacer un análisis comparativo de las gráficas de los ciclos ideal y real de máquinas térmicas • Identificar las pérdidas de energía de los sistemas térmicos en estudio, proponiendo formas de reducción de las pérdidas. • Uso de software especializado para la evaluación energética y el balance térmico.
4. Ciclos combinados	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes ciclos combinados determina la eficiencia térmica y comprende su optimización</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 para la evaluación energética y el balance térmico

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación 	
5. Compresores.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza la evaluación energética y el balance térmico de los diferentes compresores, selecciona y obtiene los fundamentos necesarios para su mantenimiento.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 la eficiencia adiabática, politrópica e isentrópica de un compresor.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • 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.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Debe aplicarse evaluaciones:

- **Diagnóstica**, al inicio del curso, sin que se considere para la evaluación sumativa.
- **Formativa**, durante el desarrollo de la asignatura, apoyándose en los instrumentos y herramientas que se señalan a continuación.
- **Sumativa**, al final, para determinar la valoración numérica de la asignatura se debe basar en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Se recomienda el uso de la coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.

Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolio de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El docente tendrá en resguardo dicho portafolio al finalizar el curso. El portafolio de evidencias puede ser electrónico.

Instrumentos y herramientas:

- Mapa conceptual
- Problemario
- Examen escrito
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas
- Resúmenes
- Rúbrica
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

11. Fuentes de información

1. Çengel, Y. A., Boles, M. A. (2012). Termodinámica (7ª Ed.). México: Editorial Mc Graw-Hill (enfoque en competencias).
2. Severns, W.H., Degler, H.E., Miles, J.C. (2007). Energía mediante vapor, aire o gas. Editorial Reverté
3. Turbinas Navales (2007) 1ª edición, Heroica Escuela Naval Militar. México
4. Maquinaria Naval Auxiliar (2007). 1ª edición, Heroica Escuela Naval Militar, México
5. Jones, J. B. y Dugan, R. E. Ingeniería Termodinámica. Editorial Prentice Hall.
6. Faires, V. M., Clifford, M. S. Termodinámica (6ª Ed.). UTEHA Noriega.
7. Manrique, J. A., Cárdenas, R. S. (1981). Termodinámica. Editorial Harla.
8. Balzhiezer, Samuels. Termodinámica para Ingenieros. Editorial Prentice Hall.
9. Moran, M. J., Shapiro, H. N. (2004). Fundamentos de termodinámica técnica (2ª Ed.). España: Editorial Reverte, S. A.
10. <http://bc.unam.mx/index-alterno.html> (base de datos de tesis de la UNAM).
11. <http://www.universia.net.mx/> (portal de universidades mexicanas).