

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Máquinas de fluidos compresibles
Carrera :	Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura :	MEE-1017
SATCA ¹	3-1-4

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad para utilizar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales para resolver problemas en los que intervengan máquinas de fluidos compresibles. Asimismo le provee las herramientas necesarias para formular y desarrollar sistemas para el aprovechamiento racional de fuentes diversas de energía. Los conocimientos y habilidades adquiridas harán que el alumno sea capaz de formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos relacionados con el diseño de sistemas de generación y aplicación de energía. Su preparación como ingeniero mecánico le permitirá incorporar el conocimiento y las habilidades necesarias para proyectar, seleccionar y calcular sistemas de máquinas de fluidos compresibles. El bagaje proporcionado por esta asignatura permite también aplicar los principios teóricos al análisis de máquinas que transforman energía con base en los ciclos termodinámicos de fluidos compresibles, utilizándolos en la solución de problemas de ingeniería Y participando activamente en servicios de asesoría, peritaje, certificación o capacitación, relacionadas con las máquinas de fluidos compresibles.

Para su integración se ha tomado en cuenta la aplicación de herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales, así como un análisis de los temas del campo de la física (particularmente aquellos de mayor utilidad en el quehacer profesional del Ingeniero Mecánico).

Esta asignatura consiste en proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales para comprender el funcionamiento de las máquinas de fluidos compresibles, evaluar y mejorar su eficiencia así como para proponer y seleccionar los equipos auxiliares adecuados para su incorporación a los sistemas térmicos presentes en la industria.

La materia de Máquinas de Fluidos Compresibles aplica los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en las asignaturas de las áreas de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada, tales como: termodinámica, mecánica de fluidos, sistemas e instalaciones hidráulicas, máquinas de fluidos incompresibles. Asimismo provee la base para asignaturas del área de ciencias aplicadas, tales como: sistemas de generación de energía, refrigeración y aire acondicionado. Por ello, se inserta en la segunda mitad de la trayectoria escolar.

De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas de: acondicionamiento de aire y refrigeradores, sistemas de generación de energía con turbinas de gas y de vapor, sistemas no convencionales de energía, entre otros.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica.

Se organiza el temario en seis unidades, combinando los contenidos conceptuales de la asignatura con ejemplos y problemas de aplicación en ingeniería de los procesos en los que intervienen las máquinas de fluido compresible.

En primera instancia se dan a conocer los conceptos y principios fundamentales bajo los que operan las máquinas de fluido compresible. Se analiza la clasificación y principio de funcionamiento de este tipo de máquinas y sus principales componentes. Asimismo se describen los sistemas y equipos auxiliares de los motores de combustión interna reciprocantes y el funcionamiento del motor Stirling.

En la segunda unidad se proporcionan los conceptos y conocimientos básicos sobre la combustión y su aplicación en los ciclos termodinámicos de potencia de gas. Se revisa la composición química del aire y combustibles diversos, así como la correspondiente estequiometría de la combustión. También se describen los ciclos de: Otto, Diesel, Stirling, Brayton (ideales y reales).

Los sistemas auxiliares y pruebas a motores de combustión interna se abordan en la unidad tres. Al mismo tiempo se analizan las variables de operación que afectan el rendimiento de los motores Diesel y de gasolina, turbinas de gas y motores Stirling.

En la siguiente unidad se estudia la clasificación y los componentes principales de los compresores, así como la función y características constructivas de sus equipos auxiliares. Se presenta también la metodología para el análisis termodinámico de estos equipos.

La unidad cinco presenta la clasificación y el principio de funcionamiento de las turbinas de vapor. Para ello se estudian las características de los ciclos de potencia de vapor (Rankine con todas sus variantes) y se describe la metodología para su análisis termodinámico y la determinación de la eficiencia del ciclo.

Finalmente se aborda el tema de las turbinas de gas. Se analizan sus partes constitutivas y su funcionamiento, así como el análisis termodinámico del ciclo aplicable (Brayton) y la metodología para la obtención de la eficiencia y las curvas de expansión real. También se estudian los equipos auxiliares y los sistemas de regulación y protección de las turbinas de gas.

La idea es abordar reiteradamente los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone abordar las principales máquinas de fluido compresible desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación de cada uno de sus elementos principales y equipos auxiliares hasta la integración y aplicación de los mismos en los sistemas de utilización y conversión de energía convencionales. Esto como parte del entorno cotidiano en el desempeño profesional del ingeniero mecánico.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Comprender el funcionamiento de las máquinas de fluidos compresibles.▪ Evaluar la eficiencia de las máquinas de fluidos compresibles, así como proponer metodologías para mejorarla.▪ Proponer y seleccionar los equipos auxiliares adecuados para la incorporación de una máquina de fluido compresible a los sistemas térmicos de conversión de la energía, presentes en la industria.	<p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Solución de problemas• Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral• Compromiso ético <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos• Búsqueda del logro• Liderazgo.	
--	---	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Superior de Alvarado, Ciudad Victoria, Ciudad Juárez, Mérida y Celaya.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer y aplicar los conceptos fundamentales para realizar análisis de ciclos termodinámicos involucrados en el funcionamiento de máquinas de fluidos compresibles (motores de combustión interna, motores de combustión externa, turbinas, compresores) para mejorar su eficiencia y seleccionar el equipo adecuado.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer la ley general de los gases.
- Manejar las tablas y diagramas para la determinación de las propiedades de las sustancias puras.
- Conocer las propiedades de los elementos y realizar análisis de reacciones químicas de los elementos.
- Realizar balances de energía.
- Conocer y aplicar los mecanismos de transferencia de calor a la solución de problemas.
- Realizar cálculos del comportamiento de flujo de fluidos compresibles en tuberías y redes de tuberías.
- Conocer el principio de operación de los sensores para medición de presión y temperatura, así como su aplicación a los diferentes tipos de instrumentos de medición existentes.
- Conocer los principios de la Metrología dimensional.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Clasificación y funcionamiento de los motores de fluidos compresibles	1.1. Definición, clasificación y principio de funcionamiento. 1.2. Componentes y funcionamiento de los sistemas auxiliares de los motores de combustión interna reciprocantes. 1.3. Principio de funcionamiento de los motores reciprocantes de combustión externa. Motor Stirling.
2.	Combustión y aplicación de los ciclos termodinámicos	2.1. Caracterización de flamas 2.2. Composición y propiedades del aire y de los combustibles 2.3. Estequiometría de la combustión 2.4. La primera ley de la termodinámica y la combustión 2.5. Reacciones químicas en mezclas de gases 2.6. Diagramas de mezclas quemadas y no quemadas. Modelos ideales 2.7. Ciclos: Otto, Diesel, Stirling, Brayton. 2.8. Comparación de los ciclos reales con los ciclos ideales.
3.	Sistemas auxiliares y pruebas de motores de combustión interna	3.1. Sistemas de: Combustible, escape, enfriamiento, inyección, lubricación y anticontaminantes

		<p>3.2. Pruebas que se efectúan en los motores: parámetros básicos y su determinación. Potencia, torque, consumo de combustible.</p> <p>3.3. Variables de operación que afectan el rendimiento de: los motores diesel y de gasolina, turbinas de gas y motores Stirling.</p>
4.	Compresores	<p>4.1. Definición, clasificación y principio de funcionamiento</p> <p>4.2. Sistemas auxiliares.</p> <p>4.3. Análisis termodinámico.</p> <p>4.4. Tipos de Compresores: reciprocantes y centrífugos (axial, radial)</p>
5.	Turbinas de vapor	<p>5.1. Ciclo Rankine. Definición y eficiencia del ciclo.</p> <p>5.2. Clasificación y principio de funcionamiento de las Turbinas de vapor.</p>
6.	Turbinas de gas	<p>6.1. Ciclo Brayton. Definición, clasificación y partes constitutivas.</p> <p>6.2. Eficiencia y curvas de expansión real.</p> <p>6.3. Cámaras de combustión.</p> <p>6.4. Regeneradores</p> <p>6.5. Curvas de operación.</p> <p>6.6. Sistemas de regulación y protección. Definiciones.</p>

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Elaborar e interpretar, en forma oral, escrita y gráfica: informes, propuestas y análisis relacionados con máquinas de fluidos compresibles.
- Utilizar el pensamiento creativo y crítico en el análisis de situaciones, en la formulación y solución de problemas donde intervengan máquinas de fluidos compresibles.
- Participar en proyectos de innovación, transferencia y adaptación de tecnología en máquinas de fluidos compresibles.
- Formular, gestionar o participar en proyectos de desarrollo o de investigación tecnológicos afines a su área.
- Formar parte de grupos interdisciplinarios en proyectos integrales con una actitud que fortalezca el trabajo de equipo, contribuyendo con su capacidad profesional al logro conjunto.
- Buscar información de fabricantes y distribuidores de máquinas de fluidos compresibles en internet y en su área de influencia, para su discusión en el grupo.
- Observar las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con máquinas de fluidos compresibles utilizados en los procesos industriales.
- Fomentar la participación de trabajo en equipo, discusiones en clase y trabajos de investigación.
- Resolver problemas relacionados con los contenidos temáticos, utilizando lenguajes de programación y software de aplicación.
- Discutir temas de interés en forma grupal.
- Preparar experiencias didácticas, objetivas, concretas, procurando que el estudiante se forme su propia visión de las cosas.
- En equipos resolver problemas relativos al funcionamiento de motores de combustión interna y externa, compresores y turbinas de gas.
- Emplear un esquema didáctico flexible para la clase, empleando diversas técnicas.
- Que el alumno participe activamente, a través de actividades como argumentaciones, interrogatorios y trabajo en grupo.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Motivar e incentivar al alumno a comprender los conceptos y aplicarlos adecuadamente para justificar y fundamentar sus conclusiones.
- Realizar visitas a empresas e instalaciones en donde se fabriquen, monten o utilicen todo tipo de máquinas de fluidos compresibles: motores de combustión interna, compresores y turbinas de gas.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño del alumno:

- Presenta exámenes escritos para solucionar problemas de motores de combustión interna, compresores y turbinas.
- Elabora una antología de problemas resueltos de cada unidad del curso.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Participación activa y crítica en clase.
- Presentaciones en equipos de trabajo.
- Participar en el desarrollo de las prácticas de laboratorio y presentar un reporte que se discutirá en el grupo.
- Presenta reportes de los resultados obtenidos de las demostraciones y prácticas realizadas en clase con sus comentarios y conclusiones
- Realiza mapas conceptuales y mentales con temas afines a la asignatura.
- Participa en la realización de ejercicios prácticos.
- Desarrolla un proyecto en equipo sobre una adaptación de un turbocompresor para motores diesel presentando por escrito cálculos, planos y referencias bibliográficas.
- Presenta reportes de visitas industriales realizadas durante el curso.
- Solución de casos prácticos, participación individual y en grupo.
- Participar en ensayos y proyectos térmicos.
- Asistencia a tutorías.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Clasificación y funcionamiento de los motores de fluidos compresibles

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer y analizar la clasificación de los motores que manejan fluidos compresibles y describir los componentes, así como explicar claramente su funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Indagar y exponer, por equipos, los diferentes tipos de clasificación de los motores de fluidos compresibles.• Indagar y exponer, por equipos, el principio de funcionamiento de los motores de fluidos compresibles con combustión interna.• Indagar y exponer, por equipos, acerca del funcionamiento de los motores Stirling (arreglos alfa, beta, gama).• Comprender los ciclos termodinámicos asociados al diseño de los motores de fluidos compresibles (reales e ideales).• Calcular el rendimiento de los ciclos termodinámicos reales.• Participar en una discusión enfocada a aclarar términos y conceptos involucrados en el funcionamiento de los motores de combustión interna y externa (Stirling).

Unidad 2: Combustión y aplicación de los ciclos termodinámicos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer y analizar los mecanismos de producción y control de flamas,	<ul style="list-style-type: none">• Indagar acerca de las propiedades del aire y de los combustibles de mayor interés en el

<p>relacionándolos con la transmisión de energía en los motores de fluidos compresibles.</p> <p>Explicar los modelos termodinámicos ideales (ciclos) asociados al diseño de los motores de fluidos compresibles y compararlos con los comportamientos reales</p>	<p>estudio de las flamas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir la estequiometría de la combustión. • Resaltar la relación entre los considerandos de la 1ª y 2ª Leyes de la termodinámica con la temperatura de combustión y la velocidad de propagación de la flama. • Participar en una discusión acerca de la importancia que tiene el estudio de la flama como principal proveedor de energía en los motores de fluidos compresibles, de combustión interna o externa • Analizar, por equipos, formas de mejorar el control de emisiones en los motores de combustión externa e interna a partir de la mejora en la combustión. • Investigar acerca de los ciclos termodinámicos asociados al diseño de los motores de fluidos compresibles, resaltando las diferencias entre los ciclos termodinámicos ideales y los reales. • Resolver problemas relacionados con los ciclos termodinámicos reales; calcular el rendimiento. • Participar en una discusión enfocada a identificar, en el funcionamiento de los motores, los procesos que componen el ciclo termodinámico correspondiente. • Resolver problemas relacionados con el diseño de motores de fluidos compresibles.
--	---

Unidad 3: Sistemas auxiliares y pruebas de motores de combustión interna

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir los componentes y la función de los principales sistemas auxiliares de los motores de fluidos compresibles.</p> <p>Describir los tipos, metodología y el propósito de realizar pruebas a los motores de combustión interna.</p> <p>Describir los parámetros indicativos del rendimiento en un motor de fluido compresible y conocer la metodología para obtenerlos de una máquina real; además identificar las acciones que producen la variación de estos parámetros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los sistemas auxiliares de los motores de fluidos compresibles. • Reconocer los sistemas sobre motores vivos. • Resolver problemas en situaciones reales sobre sistemas auxiliares en motores de combustión interna. • Indagar, por equipos, acerca de los procedimientos y normas empleados para valorar los parámetros significativos en el rendimiento y contaminación de los motores de fluidos compresibles. • Reconocer los parámetros significativos para evaluar el rendimiento de los motores de fluidos compresibles y evaluar la

	<p>contaminación producida. Aplicar los procedimientos y normas establecidas a este respecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participar en una discusión enfocada a aclarar dudas o conceptos expuestos en clase y los derivados de las investigaciones realizadas. • Resolver problemas en situaciones reales sobre el rendimiento de motores de combustión interna.
--	---

Unidad 4: Compresores

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir la clasificación y los componentes de los compresores, así como su funcionamiento. Reconocer y explicar los modelos termodinámicos asociados al diseño de compresores y compararlos con los comportamientos reales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indagar la clasificación de los compresores mediante diferentes criterios. • Indagar, por equipos, acerca del principio de funcionamiento de los compresores. • Participar en una discusión enfocada a aclarar términos y conceptos involucrados en la clasificación y funcionamiento de los compresores. • Resolver problemas en situaciones reales sobre compresores. • Realizar una actividad práctica en el aula que permita al alumno familiarizarse con los componentes de los compresores, así como con su funcionamiento.

Unidad 5: Turbinas de vapor

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir la clasificación y los componentes de las turbinas de vapor, así como su funcionamiento. Reconocer y explicar los modelos termodinámicos asociados al diseño de turbinas de vapor y compararlos con los comportamientos reales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de la clasificación de las turbinas de vapor y los componentes que la integran. Discutir en grupo lo indagado. • Analizar y explicar los diferentes procesos termodinámicos que intervienen en el ciclo Rankine, explicando la Interrelación entre sus componentes. • Realizar ejercicios de aplicación para aprender a manejar las diferentes opciones que se tienen al agregar modificaciones al ciclo Rankine y comprender los incrementos en la eficiencia térmica. • Graficar las curvas de expansión del vapor a través de la turbina. • Realizar problemas de aplicación de las turbinas de vapor para determinar el calor, trabajo neto del ciclo (potencia) y su

	rendimiento térmico. <ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de los criterios de diseño de los sistemas auxiliares y de emergencia de una turbina de vapor, requeridos para su operación. Discutirlos en sesión plenaria.
--	---

Unidad 6: Turbinas de Gas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir la clasificación y los componentes de las turbinas de gas, así como su funcionamiento.</p> <p>Reconocer y explicar los modelos termodinámicos asociados al diseño de turbinas de gas y compararlos con los comportamientos reales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de la clasificación de las turbinas de gas y los componentes que la integran. Discutir en grupo lo indagado. • Analizar y explicar los diferentes procesos termodinámicos que intervienen en los ciclos de la turbina de gas, resaltando la Interrelación entre sus componentes. • Realizar ejercicios de aplicación para aprender a manejar las diferentes opciones que se tienen al agregar modificaciones al ciclo de Brayton y comprender los incrementos en la eficiencia térmica. • Graficar las curvas de expansión del gas a través de la turbina • Realizar problemas de aplicación de las turbinas de gas para determinar el calor, trabajo neto del ciclo (potencia) y su rendimiento térmico. • Investigar acerca de los criterios de diseño de los sistemas auxiliares y de emergencia de una turbina de gas, requeridos para su operación. Discutirlos en sesión plenaria. • Investigar acerca de los diferentes combustibles que se utilizan en la operación de las turbinas de gas. Analizarlo mediante una dinámica grupal.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Heywood, John. Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc Graw Hill Internacional editions. New York. 1989.
2. Greene, Richard. Compresores, Selección Uso y Mantenimiento. Mc Graw Hill. México. 1984.
3. Ingersoll Rand CD ROM. www.air.ingersoll-rand.com.
4. Turns, S. An introduction to combustion. Concepts and applications. McGraw Hill. USA. 1996.
5. Giacosa D. Motores Endotérmicos. Edit. Omega. Barcelona.
6. Obert E.. Motores de Combustión Interna. Edit. CECSA. México.
7. Manual de la Técnica del Automóvil. Bosch. Edit. Reverté. Barcelona.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Identificación de componentes de un motor de combustión interna
- Construcción de un motor de aire caliente basado en el ciclo Stirling, a partir de materiales de uso común (lata de refresco)
- Desarmado y armado de un motor de combustión interna
- Construcción de una cámara de combustión
- Pruebas al motor de combustión interna
- Diagnostico de fallas y solución de problemas.
- Identificación de compresores
- Manejo de curvas de operación y rendimiento de compresores
- Calculo de volumen desplazado por el compresor
- Adaptación de un turbocompresor para motores diesel, para ser alimentado a través de una cámara de combustión independiente (proyecto).

El profesor deberá preparar los materiales necesarios para realizar las prácticas en el laboratorio o en el aula. Se deberán elaborar las Guías de Prácticas correspondientes.