

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: <b>Máquinas de Fluidos Compresibles</b>
Carrera: <b>Ingeniería Mecánica</b>
Clave de la asignatura: <b>MCT - 0522</b>
Horas teoría-horas práctica-créditos <b>2 – 3 – 7</b>

## 2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Culiacán del 14 al 18 de Junio de 2004	Representantes de las academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.
Instituto Tecnológico de Celaya, Mexicali, Orizaba, Puebla y Veracruz	Academia de Ingeniería Mecánica.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Pachuca del 8 al 12 de noviembre de 2004.	Comité de Consolidación de la carrera de Ingeniería Mecánica.	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica .

## 3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

<b>Anteriores</b>		<b>Posteriores</b>	
<b>Asignaturas</b>	<b>Temas</b>	<b>Asignaturas</b>	<b>Temas</b>
Termodinámica	Ley general de los gases. Propiedades de las sustancias puras.	Mantenimiento	Mantenimiento de plantas de procesos continuos
Química	Propiedades de los elementos. Reacciones.	Formulación y evaluación de proyectos	Proyecto
Transferencia de calor	Conducción. Convección.		
Electrónica	Sensores.		
Metrología	Metrología dimensional.		
Instrumentación	Sensores. Medición de presión, temperatura.		

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

Aplicar los principios teóricos al análisis de maquinas que transforman energía con base en los ciclos termodinámicos con fluidos compresibles

#### **4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO**

- Conocerá y aplicará los conocimientos necesarios para realizar análisis de ciclos termodinámicos involucrados con el funcionamiento de maquinas de fluidos compresibles (motores CI, motores CE, turbinas, compresores), para mejorar su eficiencia.
- Conocerá los parámetros básicos que influyen en el funcionamiento de los motores de CI y de los compresores y sabrá como emplearlos en la selección de equipo.

## 5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Clasificación y funcionamiento de los motores de fluidos compresibles.	1.1 Definición 1.2 Formas de clasificar a los motores de fluidos compresibles (tipo de combustión, ciclo termodinámico, tipo de combustible, diseño del motor, aplicación, tipo de enfriamiento, etc.) 1.3 Principio de funcionamiento de los motores de combustión interna 1.3.1. Motores de encendido `por chispa 1.3.2. Motores de encendido `por compresión 1.3.3. Turbinas 1.4. Componentes y funcionamiento de los sistemas auxiliares de los motores de combustión interna reciprocantes 1.4.1. Alimentación de combustible 1.4.2. Alimentación de aire 1.4.3. Ignición 1.4.4. Escape 1.4.5. Enfriamiento 1.4.6. Lubricación 1.4.7. Anticontaminación 1.5. Principio de funcionamiento de los motores reciprocantes de combustión externa 1.6 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 1ª. Ley de la termodinámica y la combustión 2.4.1. temperatura de combustión 2.4.2. 2ª. Ley de la termodinámica y la combustión 2.4.3. velocidad de propagación 2.5 Reacciones químicas en mezclas de gases 2.6 Diagramas de mezclas quemadas y no quemadas. Modelos ideales 2.7 Ciclo Otto 2.8 Ciclo Diesel 2.9 Ciclo Stirling 2.10 Ciclo Brayton 2.11 Comparación de los ciclos reales con los ciclos ideales
3	Sistemas auxiliares de	3.1 Sistema de Combustible

	motores de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Partes componentes y su funcionamiento</li> <li>3.1.2 Carburación</li> <li>3.1.3 Sistemas de inyección de combustible para</li> <li>3.1.4 motores de gasolina y diesel</li> <li>3.2 Sistema de escape. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Partes componentes y su funcionamiento</li> <li>3.2.2 Turbocompresores y sopladores.</li> </ul> </li> <li>3.3 Sistemas de enfriamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 Partes componentes y su funcionamiento</li> </ul> </li> <li>3.4 Sistema de Inyección <ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1 Partes componentes y su funcionamiento.</li> <li>3.4.2 Sistemas de encendido convencional.</li> <li>3.4.3 Sistemas de encendido electrónico.</li> </ul> </li> <li>3.5 Sistema de lubricación <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1 Partes componentes y su funcionamiento.</li> <li>3.5.2 Características de los tipos de aceite utilizados en motores de combustión interno.</li> </ul> </li> <li>3.6 Sistemas anticontaminantes <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1 Tipos y funcionamiento.</li> </ul> </li> </ul>
4	Pruebas que se efectúan en los motores	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Parámetros básicos y su determinación potencia, torque, consumo de combustible <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Potencia al freno</li> <li>4.2.2. Rendimiento volumétrico</li> <li>4.2.3. Emisiones</li> </ul> </li> <li>4.2 Variables de operación que afectan el rendimiento de los motores de diesel</li> <li>4.3 Variables de operación que afectan el rendimiento de los motores de gasolina</li> <li>4.4 Variables de operación que afectan el rendimiento de las turbinas</li> <li>4.5 Variables de operación que afectan el rendimiento de los motores Stirling</li> </ul>
5	Compresores	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Definición</li> <li>5.2 Formas de clasificar a los compresores</li> <li>5.3 Principio de funcionamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Compresor recíprocante</li> <li>5.3.2 Compresor centrífugo (axial, radial)</li> </ul> </li> <li>5.4 Sistemas auxiliares <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1. Admisión y descarga</li> <li>5.4.2. Enfriamiento</li> <li>5.4.3. Lubricación</li> </ul> </li> </ul>

		5.4.4. Control 5.5 Análisis termodinámico 5.4.5. Compresor recíprocante 5.4.6. Compresor centrífugo (axial, radial)
--	--	--

## 6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Termodinámica
- Flujo de fluidos incompresibles
- Sistema de tuberías
- Balances de energía
- Fundamentos de transferencia de calor
- Instrumentos de medición

## 7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Preparar experiencias directas, objetivas, concretas, procurando que el estudiante se forma su propia visión de las cosas.
- Fomentar la investigación en diversos medios.
- Emplear diversas técnicas grupales.
- Que el estudiante participe en actividades como argumentaciones, interrogatorios y trabajo en grupo.
- Partir de un centro de interés y relacionarlo con temas de otras asignaturas.
- Motivar al estudiante para que comprenda, y su aprendizaje sea significativo.
- Dar oportunidades de descubrir justificaciones o fundamentaciones.
- Realizar visitas industriales.
- Al término de cada unidad, el Profesor hará una recapitulación del tema visto.
- Invitar a expertos en el tema.
- Exposición de casos reales.

## 8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación debe ser congruente con el método empleado por el profesor para el curso.
- La forma de evaluación debe estar en correspondencia directa con los objetivos planteados para el curso.
- Algunas actividades del alumno que pueden considerarse en la evaluación son:
  - Participación en clase
  - Participación en la realización de ejercicios prácticos
  - Participación en el trabajo de grupo
  - Evaluación de la participación del alumno en el trabajo grupal, hecha por sus compañeros.
  - Evaluación de la participación del alumno en el trabajo, hecha por sí mismo.
  - Cumplimiento de objetivos y calidad de los trabajos.

- Reportes de prácticas o de visitas.
- Exámenes escritos.
- Proyectos

## 9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

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

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá la clasificación y los componentes de los motores que manejan fluidos compresibles y su funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indagar documental y exponer, por equipos, algún tipo de clasificación de los motores de fluidos compresibles</li> <li>• Participar en una discusión dirigida enfocada a aclarar términos y conceptos involucrados en la clasificación</li> <li>• Exponer por equipos, el principio de funcionamiento de los motores de fluidos compresibles con combustión interna</li> <li>• Participar grupal para aclarar términos y conceptos involucrados en el funcionamiento de los motores de fluidos compresibles con combustión interna</li> <li>• Investigar y exponer por equipos, los arreglos alfa, beta, gama en los motores Stirling</li> <li>• Participación en una discusión guiada enfocada a aclarar términos y conceptos involucrados en el funcionamiento de los motores Stirling</li> </ul>	1,4,5,6,7

### Unidad 2: Combustión y aplicación de los ciclos termodinámicos

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá e identificará los mecanismos de producción y control de flamas y los relacionará con la transmisión de energía en los motores de fluidos compresibles.  Conocerá los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los ciclos termodinámicos asociados al diseño de los motores de fluidos compresibles</li> <li>• Participar en una discusión enfocada a identificar, en el funcionamiento de los motores, los procesos que componen el ciclo termodinámico correspondiente.</li> <li>• En un mapa conceptual, resaltar las diferencias entre los ciclos termodinámicos reales y los ciclos termodinámicos ideales.</li> </ul>	1,4,5,6,7

<p>termodinámicos asociados al diseño de los motores de fluidos compresibles y podrá compararlos con los comportamientos reales</p>	<p>termodinámicos ideales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular rendimiento con valores reales. Participar con una lluvia de ideas 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</li> <li>• Elaborar un reporte acerca de las propiedades del aire y de los combustibles de mayor Interés en el estudio de las flamas</li> <li>• Describir la estequiometría de la combustión</li> <li>• Realizar ejercicios prácticos.</li> <li>• 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</li> <li>• Participar en una discusión enfocada a encontrar formas de mejorar el intercambio energético en los motores de combustión externa e interna a partir de la mejora en la combustión</li> <li>• Actividad práctica</li> <li>• Participar en una discusión enfocada a encontrar formas de mejorar el control de emisiones en los motores de combustión externa e interna a partir de la mejora en la combustión</li> <li>• Actividad práctica</li> </ul>	
---	--	--

**Unidad 3.** Sistemas auxiliares de motores de combustión interna

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Conocerá y comprenderá cuales son los componentes y la función de los principales sistemas auxiliares de los motores de fluidos compresibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar cuáles son los sistemas auxiliares de los motores de fluidos compresibles</li> <li>• Reconocer de los sistemas sobre motores vivos</li> <li>• Participar en una discusión enfocada a aclarar dudas o conceptos</li> <li>• Resolver problemas en situaciones reales</li> </ul>	<p>1,4,5,6,7</p>

#### Unidad 4: Pruebas que se efectúan en los otores

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Conocerá cuales son los parámetros indicativos del rendimiento en un motor de fluidos compresibles y sabrá como obtenerlos de una máquina real, además sabrá cuales acciones producen la variación de estos parámetros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconocer los parámetros significativos para apreciar el rendimiento de los motores de fluidos compresibles. y para evaluar la contaminación producida.</li><li>• Indagar, por equipos, de los procedimientos y normas empleados para valorar los parámetros significativos en el rendimiento y contaminación de los motores de fluidos compresibles.</li><li>• Aplicar algunos de los procedimientos indagados en la actividad 2</li><li>• Participar en una discusión enfocada a aclarar dudas o conceptos relacionados con los procedimientos indagados en la actividad 2 y aplicados en la actividad 3.</li><li>• Resolver problemas en situaciones reales</li></ul>	1,4,5,6,7

#### Unidad 5: Compresores

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Conocerá la clasificación y los componentes de los compresores y se familiarizará con su funcionamiento, además conocerá los modelos termodinámicos asociados a su diseño y podrá compararlos con los comportamientos reales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar la clasificación de los compresores mediante diferentes criterios</li><li>• Apoyarse en la técnica de discusión dirigida para aclarar términos y conceptos involucrados en la clasificación</li><li>• Indagar, por equipos, del principio de funcionamiento de los compresores</li><li>• Participar en una discusión enfocada a aclarar términos y conceptos involucrados en el funcionamiento de los compresores</li><li>• familiarización con los compresores</li></ul>	2,3



## 10. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Heywood, John. *Internal combustion engine fundamentals*. New York: Editorial Mc Graw Hill Internacional. 1989.
2. Greene, Richard. *Compresores, selección uso y mantenimiento*. México: Editorial Mc Graw Hill. 1984.
3. Ingersoll Rand CD ROM. [www.air.ingersoll-rand.com](http://www.air.ingersoll-rand.com)
4. Turns, S. *An introduction to combustion. Concepts and applications*. USA: Editorial Mc Graw Hill. 1996.
5. Giacosa D. *Motores endotérmicos*. Barcelona: Editorial Omega.
6. Obert E. *Motores de combustión interna*. México: Editorial CECSA.
7. Bosch. *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Editorial Reverté.

## 11. PRÁCTICAS PROPUESTAS.

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