

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Motores de Combustión Interna
Clave de la asignatura:	SAG-1327
SATCA ¹ :	3-3-6
Carrera:	Ingeniería en Sistemas Automotrices

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta Asignatura aporta al Perfil del Ingeniero en Sistemas Automotrices las bases para que tenga la capacidad de:

- Aplicar conocimientos y habilidades generales de Ingeniería en las áreas de diseño, manufactura, producción, calidad y conservación de la infraestructura, para fomentar la competitividad del sector automotriz.
- Fomentar el desarrollo sustentable para contribuir al equilibrio ambiental.

Esta asignatura permite al estudiante aplicar los fundamentos termodinámicos, químicos y mecánicos en la selección, análisis, diseño, instalación, operación y control de los motores de flujo compresible de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión. Al mismo tiempo pretende dar un enfoque al desarrollo sustentable, sensibilizando al alumno en el empleo de estrategias para el uso eficiente de la energía en los sectores productivo y de servicios en la industria automotriz, siempre en apego a normas y acuerdos nacionales e internacionales.

La asignatura de Motores de Combustión Interna considera temas vistos en Termodinámica, Transferencia de Calor y Mecánica de Fluidos, por ello se inserta en la segunda mitad de la trayectoria escolar.

El empleo de software de alto nivel y especializado juega un papel muy importante en la comprensión y asimilación de conceptos propios de los motores de combustión interna. Será posible con estos medios que el estudiante compruebe y valide los diferentes modelos estudiados en el curso, utilizará el software necesario para realizar un correcto modelado y una adecuada interpretación de los datos y resultados obtenidos.

Intención didáctica

Se organiza la asignatura en cinco temas, combinando los contenidos conceptuales de la asignatura con ejemplos y problemas de aplicación en los motores de flujo compresible

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

de combustión interna.

En primera instancia se abordan los fundamentos del proceso de transformación de la energía química de un combustible en energía térmica, además de conocer las normas de control ambiental, para disminuir la contaminación producida por los motores de combustión interna.

En el segundo tema se aborda la clasificación de los motores de flujo compresible, además de realizar el estudio de los sistemas auxiliares que son necesarios para el correcto funcionamiento de los motores de combustión interna.

En tercera instancia se aborda el estudio y análisis de los motores de combustión interna de encendido por chispa, el ciclo termodinámico en que basa su operación, así como el análisis del rendimiento, potencia y su selección

En el cuarto tema, se aborda el estudio y análisis de los motores de combustión interna de encendido por compresión, el ciclo termodinámico en que basa su operación, así como el análisis del rendimiento, potencia y su selección.

Finalmente en el quinto tema se realiza un análisis de la cinética que se presenta en los motores de combustión interna, además de mostrar cuales son los parámetros característicos de dichos motores.

El enfoque sugerido para la asignatura 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 estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se de la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso.

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 que aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo, desarrolle la precisión, curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 13 al 16 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres, Superior del Sur de Guanajuato y Superior de Irapuato.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 19 de noviembre de 2012 al 1 de marzo de 2013.	Academias de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices de los Institutos Tecnológicos de: Tlalnepantla y Tláhuac.	Elaboración del Programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
Instituto Tecnológico de Tláhuac, del 4 al 7 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Matamoros, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Juan del Río, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tláhuac, Tláhuac II, Tlalnepantla, Superior de Lerdo, Superior de Libres y	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.

	Superior de Irapuato.	
--	-----------------------	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica los fundamentos termodinámicos, químicos y mecánicos en la selección, análisis, operación y control de los motores de flujo compresible de combustión interna de encendido por chispa y por compresión.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Tiene conocimientos en sistemas de unidades y conversiones para los diferentes parámetros físicos que se cuantifican. • Conoce las propiedades de los fluidos y su comportamiento en diversas condiciones. • Sabe el balanceo de reacciones químicas para conocer los productos de la combustión. • Conoce la derivación de funciones algebraicas y parciales. • Sabe utilizar la interpolación lineal para el balance térmico. • Conoce los parámetros de temperatura, presión, volumen y calor.
--

6. Temario

Temas		Subtema
No.	Nombre	
1	Combustibles y Combustión	1.1 Combustibles. 1.2 Procesos de combustión teóricos y reales. 1.3 Entalpía de formación y combustión. 1.5 Análisis de la primera ley de sistemas reactivos. 1.6 Sistemas de flujo estable y flujo cerrado. 1.7 Temperatura de flama adiabática. 1.8 Análisis de la segunda ley de sistemas reactivos. 1.9 Influencia de las condiciones atmosféricas. 1.10 Análisis de los productos de la combustión. 1.11 Normas de control de contaminación ambiental.
2	Introducción a los Motores de Combustión Interna	2.1 Clasificación de los motores de flujo compresible de combustión interna 2.2 Sistemas auxiliares. 2.3 Sistema de encendido.

		2.4 Sistema de inyección 2.4.1 Sobrealimentación 2.5 Sistema de lubricación. 2.6 Sistema de enfriamiento. 2.7 Sistema eléctrico.
3	Motores de encendido por chispa	3.1 Conceptos fundamentales 3.2 Ciclo Otto 3.3 Balance térmico, rendimiento, potencia y selección.
4	Motores de encendido por compresión	4.1 Conceptos fundamentales 4.2 Ciclo Diesel 4.3 Balance térmico, rendimiento, potencia y selección
5	Cinética de los Motores de combustión interna	5.1 Parámetros característicos 5.2 Fuerzas presentes en los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión 5.3 Fuerzas Inerciales

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Combustibles y Combustión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia Específica: Realiza el cálculo volumétrico y térmico de la combustión estequiométrica y real, atendiendo los diferentes tipos de combustibles, sus ventajas, desventajas y aplicaciones en la industria para comprender el impacto en la ecología y el ambiente.</p> <p>Competencia Genérica: Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Habilidad para búsqueda de información. Toma de decisiones, Capacidad crítica y autocrítica. Compromiso ético Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Investigar las definiciones, tipos, propiedades y composición química de combustibles y los principios del proceso de combustión.</p> <p>Analizar y determinar los calores de combustión y de reacción.</p> <p>Determinar las potencias caloríficas superior e inferior de los combustibles.</p> <p>Establecer las ecuaciones y realizar el balance de las reacciones químicas con el aire y el combustible.</p> <p>Analizar los productos de la combustión y determinar la relación aire-combustible.</p> <p>Realizar cálculos volumétricos y térmicos para los diferentes tipos de combustible.</p>

	<p>Investigar la relación entre el proceso de combustión y los impactos ambientales que genera.</p> <p>Participar en discusiones grupales de los temas investigados.</p>
<p>2. Introducción a los Motores de Combustión Interna</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Competencia Específica: Investiga la clasificación de los tipos de motores de flujo compresible, hasta involucrar a los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión, reciprocantes y rotatorios según su aplicación para la identificación de los sistemas auxiliares para entender la clasificación de los motores de flujo compresible de combustión interna, como funcionan y sus componentes.</p> <p>Competencia Genérica: Capacidad de investigar, analizar y sintetizar.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar. Toma de decisiones,</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica, Compromiso ético</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad de trabajar en forma autónoma y en equipo.</p>	<p>Investigar la terminología empleada en los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión, así como las variables iniciales que son necesarias, además de las ventajas y desventajas de cada una de ellas, en sus aplicaciones.</p> <p>Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de encendido de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión.</p> <p>Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de inyección de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión.</p> <p>Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de lubricación de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión.</p> <p>Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión.</p>
<p>3. Motores de encendido por chispa</p>	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia Específica: Determina el balance térmico, potencia y la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por chispa, para su selección y mantenimiento.</p> <p>Competencia Genérica: Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Toma de decisiones,</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad de trabajar en forma autónoma.</p> <p>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</p>	<p>Investigar los procesos termodinámicos y ciclo de trabajo en que basan su funcionamiento los motores de combustión interna de encendido por chispa.</p> <p>Investigar el significado de la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por chispa.</p> <p>Analizar, calcular e interpretar los resultados en un balance térmico, potencia y eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por chispa.</p> <p>Resolver problemas de balance térmico, calcula la potencia y eficiencia térmica.</p> <p>Seleccionar el motor de combustión interna de encendido por chispa más adecuado para alguna aplicación en específico, en base a los cálculos realizados.</p>

4. Motores de encendido por compresión

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia Específica: Determina el balance térmico, potencia y la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por compresión, para su selección.</p> <p>Competencia Genérica: Capacidad de investigar, analizar y sintetizar.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Toma de decisiones,</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad de trabajar en forma autónoma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar los procesos termodinámicos y ciclo de trabajo en que basan su funcionamiento los motores de combustión interna de encendido por compresión. - Investigar el significado de la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por compresión. - Analizar, calcular e interpretar los resultados en un balance térmico, potencia y eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por compresión. - Resolver problemas de balance

<p>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</p>	<p>térmico así como el cálculo de la potencia y rendimiento térmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar el motor de combustión interna de encendido por compresión más adecuado para alguna aplicación específica, en base a los cálculos realizados.
<p>5. Cinética de los Motores de combustión interna</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Competencia Específica: Conoce los parámetros característicos de los motores de combustión interna y analiza las fuerzas que estos desarrollan, para entender los movimientos del motor y su desempeño.</p> <p>Competencia Genérica: Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Toma de decisiones, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidad de trabajar en forma autónoma. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una investigación de la cinética que se presenta en el funcionamiento de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión. - Conocer las distintas fuerzas que se presentan en los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión. - Realizar un análisis de las fuerzas presentes en el funcionamiento de los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. - Resolver problemas de la cinética que se presenta en el funcionamiento de los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. - Aplicar un software de simulación para analizar el comportamiento de un motor de combustión interna, en relación con los ejercicios de los temas investigados.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Determina las potencia calorífica superior e inferior de los combustibles 2. Analiza los productos de la combustión y determinar la relación aire-combustible. 3. Balance térmico de un motor de combustión interna de encendido por chispa. 4. Balance térmico de un motor de combustión interna de encendido por compresión. 5. Cálculo de la potencia al freno de motores de combustión interna de encendido por
--

chispa y de encendido por compresión.

6. Identificación de las partes de un motor de combustión interna de encendido por chispa.

7. Ajuste de inyectores en motores de encendido por chispa.

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 comunitaria, 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

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar:

- Modelos didácticos
- Reportes
- Exposiciones
- cuestionarios
- Ensayos

- Problemarios
- Evaluación escrita

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar:

- Listas de cotejo
- Listas de verificación
- Matrices de valoración
- Portafolio de evidencias

11. Fuentes de información

1. Cengel Yunus, A. & Boles Michael, A. (2009). *Thermodynamics an Engineering approach*. USA. Mc Graw Hill.
2. Dugan R. E. & Jones, J. B. (1997). *Ingeniería Termodinámica*. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
3. Buckius R.O. & Howell, J.R. (1990). *Principios de Termodinámica para Ingenieros*. Editorial Mc Graw Hill. México. 713 pág.
4. Moran, M.J. & Shappiro, H.N. (2004). *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. España. Editorial Reverté S. A.
5. Wark, K. *Termodinámica*. (2001). España. Editorial Mc Graw Hill. 1048 pág.
6. Sonntag R. E. & Wylen Van, G. J. (1994). *Fundamental of Classical Thermodynamics*. USA. Editorial John Wiley and Sons. 852 pág.
7. Saad, Michel A. (1997). *Thermodynamics Principles and Practice*. USA. Editorial Prentice Hall. 935 pág.
8. Adebiji, G.A. & Russell, L.D. (1997). *Termodinámica Clásica*. Editorial Addison Wesley Longman, México, 2000 pág.
9. Jachiyani, A. S. & Lukanin, V. M. (1998). *Motores de Combustión Interna*. Moscu. Editorial Mir.
10. Heywood John. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Editorial Mc Graw Hill. 930 pág.