

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Motores de Combustión Interna
Clave de la asignatura:	SAG-1327
SATCA¹:	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 mantenimiento, 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 electrónicos y mecánicos en la selección, análisis, instalación, mantenimiento, reparación, operación y control de los motores 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 Materiales, 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 de combustión interna.

En el primer tema se abordan los antecedentes de los motores de combustión interna para así poder llevar a cabo el estudio posterior de una manera más comprensible, así como

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

también se aborda sobre temas como estructura general, componentes internos, externos y la importancia de la sincronización del cigüeñal - árbol de levas.

En el segundo tema se aborda el ciclo de Otto y el ciclo Diésel para identificar las diferencias en la forma de combustión de cada uno de ellos, así como balance térmico, rendimiento, potencia y selección.

En el tercer 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 el cuarto tema aborda el estudio de los diferentes sensores y actuadores responsables de la calibración aire-combustible presentes en los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión, así como su correcto diagnóstico asistido por computadora mediante una interfaz OBD.

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.

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 dé 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	Evento
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 Superior de Irapuato.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.

Tecnológico Nacional de México, del 5 al 8 de diciembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Superior de Abasolo, Superior de Lerdo, Superior de Irapuato, Superior de Libres y Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales, Ingeniería en Sistemas Automotrices y Licenciatura en Turismo.
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los fundamentos termodinámicos, mecánicos y electrónicos en la selección, análisis, operación y control y mantenimiento 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"> • Aplica los conceptos de distribución de temperatura y transferencia de calor por conducción, convección y radiación para la solución de problemas de ingeniería. • Diseña diferentes sistemas de transmisión, flexible y de potencia, utilizados en maquinaria, equipo y sistemas automotrices, seleccionando los elementos adecuados para la aplicación requerida, así como el montaje y mantenimiento de tales elementos, para el funcionamiento óptimo de máquinas y sistemas. • Analiza los diferentes mecanismos de los sistemas automotrices para optimizar su diseño con base en su funcionamiento y utilidad.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Motores de Combustión Interna.	1.1. Introducción a los Motores de Combustión Interna. 1.2. Antecedentes de los motores de combustión interna. 1.3. Clasificación de motores de combustión interna. 1.4. Geometría de bloque de motor. 1.5. Geometría de culata. 1.5.1 Relación de compresión. 1.6. Componentes internos. 1.7. Sistema de distribución por engranes, cadena, banda.

2	Motores de encendido por chispa y por compresión.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Conceptos fundamentales. 2.2. Ciclo de Otto. 2.3. Ciclo Diésel. 2.4. Balance térmico, rendimiento, potencia y selección.
3	Sistemas auxiliares para motores de encendido por chispa y compresión.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Sistema de admisión. 3.2. Sistema de escape. 3.3. Sistema de encendido para motores a gasolina. <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1. Encendido convencional. 3.3.2. Encendido Electrónico. 3.3.3. Encendido DIS. 3.4. Sistema de inyección para motores de Gasolina. <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1. Inyección por carburador. 3.4.2. Inyección TBI. 3.4.3. Inyección MPFI. 3.4.4. Inyección directa. 3.5. Sistema de inyección para motores a Diésel. <ul style="list-style-type: none"> 3.5.1. Sistema de baja presión. 3.5.2. Sistema de alta presión. 3.5.3. Con bomba de inyección en línea. 3.5.4. Con bomba de inyección rotativa. 3.5.5. Con bomba de inyección individual. 3.5.6. Con inyector unitario (UIS). 3.5.7. Con bomba unitaria (UPS). 3.5.8. Inyección con acumulador “Common Rail”. 3.5.9. Toberas de inyectores. 3.5.10. Regulación electrónica Diésel (EDC). 3.6. Sobre alimentación. <ul style="list-style-type: none"> 3.6.1. Sobre alimentación por Turbo compresor. 3.6.2. Sobre alimentación por Súper cargador. 3.7. Sistema de lubricación. 3.8. Sistema de enfriamiento. 3.9. Sistema de arranque.

4	Sensores, actuadores y diagnóstico por computadora.	4.1. Parámetros fundamentales para la mezcla aire-combustible. 4.1.1 Flujo de aire de admisión. 4.1.2. Temperatura de aire de admisión. 4.1.3. Presión de aire de admisión. 4.1.4. Temperatura de refrigerante. 4.1.5 Emisiones de escape. 4.2. Sensores que influyen al funcionamiento de los motores de combustión interna de Gasolina. 4.3. Actuadores que influyen al funcionamiento de los motores de combustión interna de gasolina. 4.4. Sensores que influyen al funcionamiento de los motores de combustión interna de Diésel. 4.5. Actuadores que influyen al funcionamiento de los motores de combustión interna de Diésel. 4.6. Diagnóstico por computadora a través de interfaz OBDII.
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

Tema 1. Introducción a los Motores de Combustión Interna	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los antecedentes de los motores de combustión interna y su evolución a lo largo del tiempo. • Capacidad de reconocer y diferenciar múltiples tipos de motores de combustión interna. • Identifica los componentes internos y externos de los motores de combustión interna, su función específica y sus diferentes formas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los antecedentes de los motores de combustión interna. • Investigar los componentes internos y externos de los motores de combustión interna, así como su construcción por secciones y las diferentes maneras de sincronización cigüeñal-árbol de levas, para comprender su principio de funcionamiento. • Investigar las diferentes formas de clasificación de los motores de combustión interna por tipo de

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>combustible, tren de válvulas, ciclos de trabajo, número de bloques, disposición de cilindros.</p>
<p>Tema 2. Motores de encendido por chispa y por compresión.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determina el balance térmico, potencia y la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión para su selección y mantenimiento. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los conceptos fundamentales de los motores de combustión interna a gasolina y diésel para comprender la diferencia entre ellos. • Investigar los procesos termodinámicos y ciclo de trabajo en que basan su funcionamiento los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. • Investigar el significado de la eficiencia térmica de los motores de combustión interna de encendido por chispa y 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 chispa y por compresión. • Resolver problemas de balance térmico, calcula la potencia y eficiencia térmica. • Seleccionar el motor de combustión interna de encendido por chispa y por compresión más adecuado para alguna aplicación en específico, en base a los cálculos realizados.
<p>Tema 3. Sistemas auxiliares para motores de encendido por chispa y compresión.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los diferentes sistemas auxiliares que intervienen para el funcionamiento de los motores de 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los diferentes sistemas auxiliares que intervienen para el funcionamiento de los motores de

<p>combustión interna de encendido por chispa y por compresión.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de trabajar de forma autónoma y en equipo. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Capacidad de investigar, analizar y sintetizar. 	<p>combustión interna de encendido por chispa y por compresión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de admisión y escape de los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de encendido de los motores de combustión interna de encendido por chispa desde el encendido convencional hasta el sistema DIS. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de encendido de los motores de combustión interna de encendido por compresión. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de inyección de los motores de combustión interna de encendido por chispa desde el carburador hasta la inyección directa. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen a los diferentes sistemas de inyección de los motores de combustión interna de encendido por compresión. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen a los diferentes sistemas de sobre alimentación de los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. • 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. • 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. • Investigar el funcionamiento y las partes que componen el sistema de arranque de
---	---

	los motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión.
Tema 4. Sensores, actuadores y diagnóstico por computadora	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconoce cualquier tipo de sistema actuando sobre los motores de combustión interna para diagnosticar, prevenir y reparar fallos presentes en los motores de combustión interna desde el punto de vista mecánico y electrónico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de investigar, analizar y sintetizar. 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga los parámetros fundamentales del aire que intervienen en el cálculo de la mezcla aire-combustible para la correcta combustión en los motores de encendido por chispa y por compresión. Investiga y analiza los diferentes sensores y actuadores que intervienen en los principales sistemas auxiliares para el funcionamiento de los motores de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. Realiza diferentes prácticas utilizando una interfaz OBD para leer e interpretar códigos de fallas, línea de datos en tiempo real y así comprender el funcionamiento de cada uno de los sensores y actuadores presentes en los motores de combustión interna y su impacto sobre el resultado final.
Tema 5. Cinética de los Motores de combustión interna	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica 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>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 	<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.

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

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Realiza un prototipo de un sistema de encendido en base al orden de encendido establecido por el docente. • Realiza un prototipo de un sistema de inyección electrónica en base al orden de encendido establecido por el docente. • Realiza un prototipo del sistema de enfriamiento con ventilador eléctrico respetando un rango de temperatura establecido por el docente similar a un motor de combustión interna real. • Realiza un prototipo del sistema de arranque en sus diferentes formas de funcionamiento. • Analiza los productos de la combustión y determinar la relación aire-combustible. • Balance térmico de un motor de combustión interna de encendido por chispa. • Balance térmico de un motor de combustión interna de encendido por compresión. • Cálculo de la potencia al freno de motores de combustión interna de encendido por chispa y de encendido por compresión. • Identificación de las partes de un motor de combustión interna de encendido por chispa y por compresión. • Ajuste de tiempo de encendido e inyección en un motor de combustión interna de encendido por chipa y por compresión. • Realice diferentes prácticas de diagnóstico por computadora representando diferentes situaciones. • Realiza prácticas de desarmado y armado de un motor de combustión interna tomando en cuenta procedimientos establecidos en clase como es secuencia y aprietes angulares. |
|---|

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:

- | |
|--|
| <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 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 meta cognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

La evaluación se realiza con el propósito de evidenciar el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de manera integral, creando las condiciones en distintos espacios de aprendizaje y desempeño profesional.

En el contexto de la evaluación por competencias, dentro de las evidencias de desempeño, se sugieren las siguientes:

- Mapas
- Diagramas
- Tabla comparativa
- Ensayos
- Evaluación
- Cuadro sinóptico
- Foros de discusión
- Videos
- Reportes
- Bitácora
- Resumen
- Presentaciones

Y los instrumentos de evaluación del desarrollo de competencias específicas y genéricas, pueden ser:

- Guía de observación
- Matriz de valoración
- Lista de cotejo
- Guía de proyectos
- Rúbricas

11. Fuentes de información

1. Dugan R. E. & Jones, J. B. (1997). Ingeniería Termodinámica. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Saad, Michel A. (1997). Thermodynamics Principles and Practice. USA. Editorial Prentice Hall. 935 pág.
3. Adebisi, G.A. & Russell, L.D. (1997). Termodinámica Clásica. Editorial Addison Wesley Longman, México, 2000 pág.
4. Jachiyani, A. S. & Lukanin, V. M. (1998). Motores de Combustión Interna. Moscú. Editorial Mir.
5. Denton Tom (2016) Diagnóstico avanzado de fallas automotrices, tecnología automotriz, mantenimiento y reparación de vehículos, tercera edición. Editorial Alfaomega.
6. Crouse, Anglin, Puesta a punto y rendimiento del motor, diagnóstico OBDII tercera edición, editorial alfaomega.
7. Manual práctico del automóvil, Editorial: cultural S.A., www.grupocultural.com