

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Introducción a los Vehículos Eléctricos e Híbridos
Clave de la asignatura:	MTQ-2305
SATCA¹:	1 - 2 - 3
Carrera:	Ingeniería en Sistemas Automotrices

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>La asignatura aporta al perfil del ingeniero en sistemas automotrices los conceptos más importantes en cuanto a los vehículos eléctricos e híbridos, y es parte de la especialidad de Manufactura y Tecnología en la Industria Automotriz debido a que actualmente es de gran importancia que el Ingeniero en Sistemas Automotrices tenga conocimientos acerca de este tipo de vehículos y de su principio de funcionamiento.</p> <p>El desarrollo de vehículos con motores de combustión es uno de los más grandes logros de la tecnología moderna. Sin embargo, la altamente desarrollada industria automotriz y el gran número de automóviles en uso alrededor del mundo ha causado y se encuentra aun causando serios problemas para la sociedad y la vida humana. El deterioro en la calidad del aire, el calentamiento global, y la disminución en los recursos petroleros, se están convirtiendo en las mayores amenazas para los seres humanos. Emisiones más y más severas y las regulaciones en el consumo de combustible están estimulando un interés en el desarrollo de medios de transporte más seguros, limpios y altamente eficientes. Actualmente se sabe que los vehículos eléctricos e híbridos son la solución más prometedora para el problema de la transportación terrestre en el futuro.</p>
Intención didáctica
<p>La asignatura consiste en cuatro unidades. La Unidad 1 introduce al estudiante en los conceptos básicos de los vehículos eléctricos, sus principales configuraciones, características de tracción, transmisión, rendimiento y consumo energético.</p> <p>En la Unidad 2 se aborda el tema de los vehículos híbridos. Se presenta el concepto de tren motriz y se dan a conocer detalles de las diferentes arquitecturas de trenes motrices, como la arquitectura serie, paralelo, serie-paralelo y finalmente la arquitectura compleja.</p> <p>En la Unidad 3 se presenta al estudiante el tema de los sistemas de propulsión eléctrica. En esta unidad se espera que el estudiante adquiera conocimientos sólidos acerca de los diferentes tipos de motores eléctricos que se emplean en los sistemas de propulsión de los vehículos eléctricos e híbridos. La unidad incluye el control de motores de corriente directa, motores de inducción, motores de corriente directa sin escobillas (BLDC) y, finalmente, motores de reluctancia conmutada. Al final de esta unidad se presenta también una visión</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

general acerca del frenado regenerativo y el sistema de frenos antibloqueo (ABS).

En la Unidad 4 se dan a conocer al estudiante los sistemas de almacenamiento de energía que se emplean en los vehículos eléctricos e híbridos. Se presenta el tema de las baterías electroquímicas, reacciones electroquímicas y eficiencia energética; se dan a conocer algunos tipos de baterías como la de Plomo-Ácido, junto con las basadas en Níquel y las basadas en Litio. Se aborda también el tema de los supercondensadores y de los volantes de inercia de ultra alta velocidad.

Los temas de las cuatro unidades se pueden acompañar de actividades prácticas y de animaciones enfocadas al mejor entendimiento de los conceptos que se van aprendiendo a lo largo del curso y así despertar el interés en el estudiante de investigar y comprender cómo se aplicarían todos estos conceptos a otras escalas.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior del sur de Guanajuato, noviembre de 2022	Academia de Ingeniería en Sistemas Automotrices	Reunión para la revisión curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices. Definición de los programas de estudio (Módulo de especialidad) de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Comprender los fundamentos de los vehículos eléctricos e híbridos y los principales sistemas involucrados en ellos.

5. Competencias previas

- Conocer los diferentes sistemas presentes en un vehículo.
- Tener dominio de la teoría electromagnética.
- Capacidad de interpretación de las ecuaciones de Maxwell.
- Nociones básicas de análisis de circuitos eléctricos y magnéticos.
- Manejo de conceptos básicos de electroquímica.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Vehículos Eléctricos	1.1. Configuraciones de Vehículos Eléctricos 1.2. Rendimiento de los Vehículos Eléctricos 1.2.1. Características de tracción del motor 1.2.2. Esfuerzo de tracción y requisitos de transmisión 1.2.3. Rendimiento 1.3. Esfuerzo de Tracción en Conducción Normal 1.4. Consumo de Energía en Vehículos Eléctricos
2	Vehículos Híbridos	1.1. Tren Motriz 1.2. Arquitecturas del Tren Motriz en Vehículos Híbridos 1.2.1. Tren Motriz Serie 1.2.2. Tren Motriz Paralelo 1.2.2.1. Tren Motriz Paralelo de Acoplamiento de Torque 1.2.2.2. Tren Motriz Paralelo de Acoplamiento de Velocidad 1.2.2.3. Tren Motriz Paralelo de Acoplamiento de Torque y Acoplamiento de Velocidad 1.2.3. Tren Motriz Serie-Paralelo 1.2.4. Tren Motriz Complejo
3	Sistemas de Propulsión Eléctrica	1.1. Control de motores de corriente directa 1.1.1. Principio de Operación y Desempeño 1.1.2. Control de Voltaje de Armadura y Control de Campo 1.1.3. Control de Motores de Corriente Directa Mediante Convertidores Conmutados 1.2. Control de Motores de Inducción

		<ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Principio de Operación de los Motores de Inducción 1.2.2. Desempeño en Estado Estable 1.2.3. Control Volt/Hertz 1.2.4. Control Electrónico de Potencia 1.2.5. Control de Orientación de Campo 1.2.6. Inversor de Fuente de Voltaje para Control de Orientación de Campo 1.3. Control de Motores de Corriente Directa de Imanes Permanentes Sin Escobillas <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1. Principios Básicos de los Motores de Corriente Directa Sin Escobillas (BLDC) 1.3.2. Construcción y Clasificación de las Máquinas BLDC 1.3.3. Propiedades de los Imanes Permanentes 1.4. Control de Motores de Reluctancia Conmutada <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1. Estructura Básica 1.4.2. Producción de Torque 1.4.3. Modos de Operación 1.4.4. Vibración y Ruido Acústico 1.4.5. Diseño de Motores de Reluctancia Conmutada 1.5. Frenado Regenerativo <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1. Consumo de Energía Durante el Frenado 1.5.2. Potencia y Energía de Frenado en las llantas Delanteras y Traseras 1.5.3. Sistemas de Frenado en Vehículos Eléctricos e Híbridos <ul style="list-style-type: none"> 1.5.3.1. Frenado Serie 1.5.3.2. Frenado Paralelo 1.5.3.3. Sistema de Frenos Antibloqueo (ABS)
<p>4</p>	<p>Sistemas de Almacenamiento de Energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Baterías Electroquímicas 1.2. Reacciones Electroquímicas 1.3. Voltaje Termodinámico 1.4. Energía Específica 1.5. Potencia Específica 1.6. Eficiencia Energética 1.7. Tecnologías de Baterías <ul style="list-style-type: none"> 1.7.1. Baterías de Plomo-Ácido 1.7.2. Baterías Basadas en Níquel 1.7.3. Baterías Basadas en Litio 1.8. Supercondensadores 1.9. Volantes de Inercia de Ultra Alta Velocidad

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

		1.10.Almacenamiento Híbrido de Energía
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad 1. Vehículos Eléctricos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Comprender las principales características de los vehículos eléctricos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis ● Capacidad de organizar y planificar ● 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>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad crítica y autocrítica ● Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo. ● Capacidad de comunicarse con profesionales y expertos de otras áreas en forma efectiva. ● Reconocimientos y apreciación de la diversidad y multiculturalidad. ● Habilidad para trabajar en un ambiente multidisciplinario. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar un reporte sobre generalidades de los vehículos eléctricos. ● Elaborar un ensayo sobre los antecedentes del vehículo eléctrico actual. ● Investigar en medios impresos y electrónicos las leyes y normatividades sobre vehículos eléctricos. ● Redactar un resumen acerca del esfuerzo de tracción en conducción normal para vehículos eléctricos. ● Investigar y analizar los beneficios de los automóviles eléctricos en cuanto al cuidado del medio ambiente.



<ul style="list-style-type: none">• Habilidades de investigación• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Búsqueda del logro.	
--	--

Unidad 2. Vehículos Híbridos	
Competencias	Actividades de aprendizaje

Específicas:

Comprender las principales características de los vehículos híbridos.

Genéricas:

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- 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

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo interdisciplinario y multidisciplinario.
- Capacidad de comunicarse con profesionales y expertos de otras áreas en forma efectiva.
- Reconocimientos y apreciación de la diversidad y multi culturalidad.

- Investigar y realizar un mapa conceptual acerca de los conceptos generales de los vehículos híbridos.
- Elaborar un esquema visual donde se muestre n las arquitecturas principales de un tren motriz.
- Elaborar un cuadro comparativo donde aparezcan las diferentes arquitecturas de trenes motrices y donde se puedan apreciar claramente las ventajas y desventajas de cada uno respecto a los demás.
- Presentar resumen sobre la evolución de los vehículos eléctricos a lo largo de la historia.



<ul style="list-style-type: none"> ● Habilidad para trabajar en un ambiente interdisciplinario y multidisciplinario. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica ● Habilidades de investigación ● Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) ● Habilidad para trabajar en forma autónoma ● Búsqueda del logro. 	
<p>Unidad 3. Sistemas de Propulsión Eléctrica</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>

Específicas:

Conocer los principales sistemas de propulsión eléctrica empleados en los vehículos eléctricos e híbridos y cómo controlarlos.

Genéricas:**Competencias instrumentales**

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- 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

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Habilidades y capacidad interpersonales para el trabajo en equipo interdisciplinario y multidisciplinario.
- Capacidad de comunicarse con profesionales y expertos de otras áreas en forma efectiva.
- Reconocimientos y apreciación de la diversidad y multiculturalidad.
- Habilidad para trabajar en un ambiente laboral interdisciplinario y multidisciplinario.

- Conocer de manera general los principales sistemas de propulsión eléctrica empleados en vehículos eléctricos e híbridos por medio de una investigación en diversos sitios web y revistas científicas especializadas.
- Comprender el principio de funcionamiento de los motores de corriente continua mediante la elaboración de un esquema ilustrativo donde se indiquen las diferentes partes de este tipo de motor eléctrico.
- Desarrollar un sistema electrónico para el control de un motor de corriente continua.
- Desarrollar un convertidor conmutado orientado al control de velocidad de un motor de corriente continua.
- Elaborar un esquema donde se aprecien claramente todas las partes de un motor de inducción, para que su funcionamiento sea más fácilmente comprendido.
- Construir un circuito para el control de velocidad de un motor BLDC.
- Construir un circuito para el control de velocidad de un motor de reluctancia conmutada.

<p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
--	--

Unidad 4. Sistemas de Almacenamiento de Energía	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Conocer los principales sistemas de almacenamiento de energía utilizados en los vehículos eléctricos e híbridos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un dibujo esquemático donde se explique de manera gráfica cómo funcionan las baterías electroquímicas. • Investigar la historia de las baterías y realizar una línea del tiempo donde aparezcan las diversas baterías que han sido elaboradas por el ser humano. • Preparar una exposición donde se explique el funcionamiento a nivel atómico de las baterías de Plomo- Ácido. • Preparar una exposición donde se explique el funcionamiento a nivel



Competencias interpersonales

atómico de las baterías
basadas en Níquel

- Preparar una exposición donde se explique el funcionamiento a nivel atómico de las baterías basadas en Litio.

<ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Habilidades y capacidad interpersonales para el trabajo en equipo interdisciplinario y multidisciplinario.• Capacidad de comunicarse con profesionales y expertos de otras áreas en forma efectiva.• Reconocimientos y apreciación de la diversidad y multiculturalidad.• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral interdisciplinario y multidisciplinario. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Búsqueda del logro.	
---	--

8. Práctica(s)

<p>Desarrollar un controlador electrónico para un motor de corriente directa basado en un convertidor conmutado.</p> <p>Desarrollar un sistema para el control Volt/Hertz en un motor de inducción.</p> <p>Desarrollar un sistema electrónico para el control de orientación de campo en un motor de inducción.</p> <p>Construcción de un motor síncrono trifásico de imán permanente.</p> <p>Construcción de un motor síncrono trifásico de reluctancia conmutada.</p> <p>Desarrollar un sistema electrónico para el control de motores de reluctancia conmutada.</p>
--

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

10. Evaluación por competencias

Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas entidades.

Fomentar actividades grupales para propiciar la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración.

Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales conlleven a la investigación, la aplicación de conocimientos, y la solución de problemas.

Propiciar el uso adecuado de los conceptos y de la terminología científico – tecnológica.

Relacionar los contenidos de la signatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.

Realizar prácticas con los principales sistemas de propulsión eléctrica en vehículos.

Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

11. Fuentes de información

1. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay y Ali Emadi. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design*. CRC Press.
2. Per Enge, Nick Enge, Stephen Soepf. *Electric Vehicle Engineering*. McGrawHill, 2021.
3. López Martínez, Jose María *Vehículos híbridos y eléctricos* (1ra Ed.) México. Dextra Editorial (2021).
4. Ros Marín, Joan Antonio y Barrera Doblado Óscar, *Vehículos eléctricos e híbridos*. (3ra Ed.) Paraninfo Editorial (2017)

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO