



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	SUBSISTEMAS DE TRACCIÓN Y FRENOS FERROVIARIOS
Clave de la asignatura:	EMF - 2506
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería Electromecánica. Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero electromecánico y mecatrónico los conocimientos necesarios para conocer los subsistemas de tracción y frenos ferroviarios que se utilizan actualmente en este sector. En este se contemplan los elementos fundamentales de la movilidad a través de los estándares ferroviarios nacionales e internacionales, que permiten contemplar el funcionamiento, operación y mantenimiento de la potencia ferroviaria, tanto para los usuarios y el personal, como la seguridad a la infraestructura misma. Con estos temas se pretende alcanzar los conocimientos necesarios para garantizar las buenas prácticas en el sector ferroviario basadas en la normativa vigente y que garantice la operatividad del sistema ferroviario, así como la seguridad tanto del personal como del usuario.

Intención didáctica
La asignatura debe abordarse atendiendo dos competencias, una parte teórica y una práctica en la cual deberán interactuar ambas secciones, por una parte, las actividades de enseñanza y aprendizaje sobre la teoría y práctica de las máquinas térmicas y eléctricas, así como los mecanismos de frenado que intervienen en los sistemas ferroviarios y sus actividades prácticas. Todo esto dentro de un enfoque práctico para el estudiante, en todo momento, esté familiarizado con entornos reales.
La competencia de la asignatura es Que el estudiante sea capaz de conocer, diseñar, operar y mantener la tracción y frenos de sistemas ferroviarios con base en especificaciones y requerimientos de movilidad de carga y pasajeros, entonces deberá profundizarse con lecturas, investigaciones y desarrollos en los que se pueda conocer como actividades de enseñanza la relación entre el concepto y su implementación. Por tal motivo deberá impartirse una clase teórico-práctica de 5 créditos, y el trabajo de actividades de aprendizaje para llevar a casa, que pueden ser cuadros sinópticos, relación de conceptos, para posteriormente refrendarlos en la siguiente sesión práctica, dicho de otra manera, en la semana se desarrolla el tema se dejan actividades de refuerzo y posteriormente se implementan actividades prácticas en la hora de clase con sus correspondientes actividades prácticas en el laboratorio de la carrera de ingeniería. Es muy

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



importante el seguimiento de los temas vistos para la respuesta a dudas en tiempo y forma y la detección de áreas de oportunidad en estudiantes que no logran captar el concepto.

Mediante esta estrategia también se conlleva el reforzamiento de las competencias de la ingeniería cursada, en el caso de esta asignatura, se fomentan de manera indirecta, las habilidades de síntesis, comprensión, conocimiento, habilidades y destreza, dado que el contenido temático logra implementarlos. Por otra parte, se inicia el desarrollo de la competencia en la que el estudiante conoce el funcionamiento subsistema y se prepara para diseño, operación y mantenimiento del mismo, dicha competencia será ya permanente en el resto de las asignaturas de la especialidad que requieran de esta aportación.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
FORO DEL ESTADO DE MÉXICO PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS Instituto Tecnológico de Toluca, octubre 2024.	Representantes del Instituto Tecnológico de Toluca Dr. Héctor García de la Rosa Dr. Omar García de la Rosa M. en S.H.O. Aarón Hernael Reyes Muciño Dr. Jorge Sánchez Jaime Ing. Rodolfo Almazán Celis M. en C. Daniel Hernández González M. en T.E. Manuel Ortiz Fosado M. en T.E. Víctor Raúl Camargo Ruíz Ing. Miguel Ángel Terrazas Magaña Ing. Raquel Merari García Galván Ing. Onésimo Antonio Ayala Elizais Ing. Ana Elizabeth Díaz Arzate Ing. Isabel Reyes Muciño	Tecnológicos participantes: • Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli • Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec • Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec • Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco • Instituto Tecnológico de Tlalnepantla • Instituto Tecnológico de Toluca

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
• Que el estudiante sea capaz de conocer, diseñar, operar y mantener la tracción y frenos de sistemas ferroviarios con base en especificaciones y requerimientos de movilidad de carga y pasajeros.

5. Competencias previas



- Termodinámica
- Electricidad y magnetismo
- Análisis de circuitos Eléctricos
- Fundamentos de Electrónica
- Hidráulica y Neumática
-

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Tracción ferroviaria	1.1 Tipos de Tracción Ferroviaria 1.2 Historia y características de la tracción Diesel 1.3 Historia y características de la Tracción Eléctrica 1.4 Partes de un tren eléctrico 1.5 Sistemas Duales
2	Motores Térmicos	2.1 Ciclo Diesel 2.2 Componentes y funcionamiento del Motor Diesel 2.3 Subsistemas auxiliares del Motor Diesel 2.4 Trenes de transmisión mecánica (cajas de velocidades) y sus mandos 2.5 Operación y Mantenimiento de Motores Diesel
3	Motores Eléctricos	3.1 Clasificación y Principios de Funcionamiento de los motores eléctricos 3.1 Motores de VCA 3.2 Motores VCD 3.3 Mantenimiento de Motores eléctricos
4	Control de Potencia en tracción eléctrica ferroviaria	4.1 Convertidores estáticos y elementos fundamentales 4.2 Convertidor Continua/continua 4.2.1 Control reostático de potencia 4.2.2 control con chopper 4.3 Convertidor alterna/alterna 4.3.1 Transformadores 4.3.2 Control por variador 4.3 Convertidor alterna/continua 4.3.1 Rectificadores 4.4 Convertidores Continua /alterna 4.4.1 Ondulatorio Trifásico 4.5 Trenes Bitensión 4.6 Elementos auxiliares 4.7 Modelos recientes y especiales 4.7.1 RENFE serie_730 (Híbrido) 4.7.2 CAF Oaris 4.7.3 Taigo Avril



		4.7.4 Tren Maglev
5	Frenos ferroviarios	5.1 Consideraciones generales 5.1.1 Historia de los sistemas de frenado 5.1.2 Tipos de frenos 5.2 Frenado por adherencia 5.2.1 De Zapata 5.2.2 De Disco 5.2.3 De patín 5.2.4 Reostático 5.3 Frenado sin adherencia 5.3.1 Patín Electromagnético 5.3.2 Foucalt sobre carril 5.3.3 Hidráulicos 5.3.4 Aerodinámicos 5.4 Accionamiento del sistema de Frenado 5.4.1 Circuito de freno 5.4.2 Frenado Neumático 5.4.3 Elementos del Frenado Neumático 5.4.4 Situación del actuador y la timonería dentro del bogie 5.5 Análisis de funcionamiento

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Tracción ferroviaria	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conocer la clasificación de los modelos de vehículos ferroviarios de acuerdo con su sistema de tracción. Genérica(s): · Capacidad de análisis y síntesis. · Capacidad de comunicación oral y escrita. · Capacidad de investigación. · Capacidad de trabajo en equipo. •	● Realiza una clasificación de los diferentes modelos y diseños de sistemas de tracción de vehículos ferroviarios ● Conoce cuales son las características físicas que distinguen a cada uno de los diseños de vehículos ferroviarios. ● Determina los grados de libertad a los cuales es sometido un vehículo ferroviario. ● Describe los diferentes componentes que integran un vehículo ferroviario.



2. Motores Térmicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Comprende el funcionamiento, operación y mantenimiento de los motores a Diesel de acuerdo con las especificaciones del fabricante Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de investigación. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	• Elaborar un diagrama de cada sistema auxiliar de los motores Diesel para reconocer las características que los distinguen. • Definir las diferencias fundamentales y específicas de diferentes motores a Diesel • Conoce las transmisiones mecánicas por engranes concurrentes y de ejes paralelos y sus mandos. • Conoce y determina programas de mantenimiento.
3. Motores Eléctricos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Analiza las técnicas de funcionamiento y control de los motores eléctricos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de comunicación oral y escrita.	• Definir las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de motores eléctricos • Domina las técnicas de los sistemas de control de velocidad de los motores eléctricos. • Analizar los problemas que presentan los motores eléctricos.

4. Control de Potencia en tracción eléctrica ferroviaria	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Conoce los mecanismos de manejo de dispositivos de control de velocidad en	• Investigar y comentar los aspectos de ensamblaje de motores eléctricos y sus funciones en el sistema ferroviario.

los sistemas ferroviarios con rueda electromotriz - Comprende e identifica las estructuras de los sistemas de archivos y las interfaces de acceso para gestionar información almacenada en memoria secundaria. <i>Genérica(s):</i> - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica - Capacidad de comunicación oral y escrita - Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y comunicación - Capacidad de investigación. - Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	Desarrolla diferentes técnicas de control de sistemas eléctricos de tracción electroferroviaria
5. Frenos ferroviarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<i>Específica(s):</i> Conoce y analiza los mecanismos de frenado de motores y carros de los sistemas de trenes. <i>Genérica(s):</i> - Capacidad de análisis y síntesis - Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas - Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas - Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas	Investigar y comentar en clase el concepto de frenado y los mecanismos que emplean los sistemas ferroviarios. Elaborar una tabla comparativa de los diferentes tipos de trenes y técnicas de aplicación incluyendo las ventajas y desventajas.

8. Práctica(s)

- Ver videos de funcionamiento de trenes - Realizar práctica de operación y mantenimiento del motor Diesel. - Realizar práctica de operación y mantenimiento de motor de C.A.

- Realizar práctica de Operación y control de motor de C.A.
- Desarrollar práctica de operación y mantenimiento de motor C.C.
- Realizar práctica de Operación y control de motor de C.C
- Realizar práctica de sistemas neumáticos
- Realizar práctica de mantenimiento de sistemas neumáticos
- Realizar maqueta de sistema ferroviario
- Realizar viaje en tren y analizar el movimiento al transportarse.

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

El proyecto deberá contemplar la capacidad de conocimiento del funcionamiento del subsistema de tracción y frenos ferroviarios y su fundamentación.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas conceptuales, reportes de investigación, estudios de casos, exposiciones en clase, reportes de visitas, portafolio de evidencias, tablas comparativas, glosarios, entre otros.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, rúbricas, entre otros, mediante la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

En esta asignatura se requerirá la revisión del portafolio de evidencias, de fundamentos teóricos, desarrollo de prácticas y examen En el contexto de:

Utilizar una rúbrica que contenga los niveles de alcance del estudiante:

- Completo: Que cubra todos los requisitos y que posea innovación y añadiduras de investigación
- Original: Que sea una solución no copiada ni existente en internet u otras fuentes de conocimiento.
- Funcional: Que tenga las capacidades operativas mínimas
- Comprendido: Que el estudiante conozca de fondo el proyecto y sea capaz de identificar todo lo realizado.

11. Fuentes de información

1. Álvarez, A. (2012). Técnica Ferroviaria. Madrid: Tebar.
2. Europea Union Agency For Railways. (2024). Recuperado el 31 de octubre 2024 de https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms_en
3. García, A. (2021). Manual de ferrocarriles El sistema ferroviario español. Madrid. Garceta grupo editorial
4. González Fernández, F. J. (2012). Ingeniería ferroviaria: (2 ed.). UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia
5. González, F. J. (2016). Señalización y seguridad ferroviaria. Madrid. Garceta grupo editorial.
6. Indian Railways. (2022). Modern Tools & Measuring Instruments for Signalling and Telecommunications. Maharajpur.
7. Institution of Railway Signal Engineers. (2008). Introduction To North American Railway Signaling. Simmons-Boardman Books, Inc.
8. López, A. (2010). Infraestructuras ferroviarias. Cataluña. Universidad Politécnica de Cataluña.
9. Montes, F. (2011). Los sistemas de control de tráfico y señalización en el ferrocarril. Madrid Universidad Pontificia de Comilla.
10. Pahl, J. (2020). Railway Signalling. Braunschweig.
11. Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de santos
12. González F. (2016). Señalización y seguridad ferroviaria. Madrid. Garceta grupo editorial.
13. Gorostiza Francisco, Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, (2024, 28 de octubre), Conferencia Magistral: La historia de los ferrocarriles en México, Video recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=8ODCBkWAj7o> SCT



14. Ibarra Deras, M., & Becerril Sánchez, T. (2022). Los ferrocarriles y la transformación de la periferia de la ciudad de México a partir de la segunda mitad del siglo XIX. *Secuencia. Revista de historia y ciencias sociales*, (113), 1-35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319171277004>
15. Navarro López, R., & Leal Reyes, R. G. (2015). *Los ferrocarriles en México*. México: Palibrio.
16. Secretaría de Gobernación (2023). *Red Ferroviaria Nacional*. Recuperado el 30 de octubre de 2024 de <https://www.gob.mx/artf/documentos/mapas-del-sistema-ferroviario-mexicano>
17. Secretaría de Gobernación (2023). *Diario Oficial de la Nación*. Recuperado el 30 de octubre de 2024 de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708967&fecha=20/11/2023#gsc.tab=0
18. Valencia Islas, A. (2018). *El Descarrilamiento de un Sueño. Historia de Ferrocarriles Nacionales de México, 1919-1949*. El Colegio de México
19. Navarro López, R., & Leal Reyes, R. G. (2015). *Los ferrocarriles en México*. México: Palibrio.
- Semo, A. (2019). *El Ferrocarril en México (1880-1900)*. Tiempo, Espacio y Percepción. México: Secretaría de Cultura-CNPPCF (Horizonte)
18. Beer & Johnston, *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Dinámica*, (9 edición) , Mc Graw Hill.
19. Yonus Cengel, *Termodinámica* (8 edición), Mc Graw Hill
20. *Sistemas Neumáticos FESTO*