



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistema de Señalización y Control
Clave de la asignatura:	EML - 2505
SATCA¹:	4-1-5
Carreras:	Ingeniería Electromecánica. Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero Electromecánico y del Ingeniero Mecatrónica los conocimientos necesarios para conocer, emplear y evaluar los dispositivos utilizados en la señalización, mando y control aplicados en la una infraestructura ferroviaria. Además, con los temas de sistemas de control de tráfico, sistemas de control y comunicaciones, así como la gestión de emergencias y seguridad, se proporcionan los elementos fundamentales que permite que pueda preservar la seguridad en el tránsito de los vehículos ferroviarios, así como el garantizar la seguridad de los usuarios. Los conocimientos en electromagnetismo, electrificación y electrónica permiten comprender los componentes y circuitos utilizados en los sistemas de control y monitoreo, así como los principios de funcionamiento de sensores y actuadores. También se incluye el estudio de la transmisión de datos, protocolos de comunicación, redes de telecomunicaciones y sistemas de telemetría. También se contempla él se obtengan los conocimientos básicos para el diseño de sistemas de detección, filtrado de señales y análisis de datos. Con esta asignatura, se permite tener los conocimientos que garanticen la seguridad de los sistemas y su correcta operación.

Intención didáctica
Esta asignatura se encuentra compuesta por cuatro temas: En el primer tema, se abordan los conceptos generales de señalización ferroviaria, en la que se describen las diferentes señalizaciones que se pueden localizar en un sistema ferroviario que permitan el correcto funcionamiento del sistema al compatibilizar el movimiento de los trenes con la mayor seguridad y eficiencia, dando paso a la seguridad en el desarrollo de las actividades operativas y la gestión de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



movimiento de los vehículos ferroviarios, así como los diferentes sistemas de detección que de acceso al conocimiento de las condiciones en tiempo real y con esto se permita tener un control sobre estos.

En el segundo tema se abordan los temas del sistema de control de tráfico ferroviario, el cual permite la toma de decisiones necesarias para aumentar la eficacia en la gestión ferroviaria, al conocer los elementos básicos de la planificación y la programación del tráfico. El establecer los sistemas para el control de tráfico centralizado y distribuido, conocer los diferentes sistemas de gestión de tráfico que se han implementado en diferentes regiones del mundo para agilizar y hacer compatible el uso de los espacios de tránsito de los vehículos ferroviarios.

En el tercer tema se abordan las condiciones de comunicaciones que existen en el sistema ferroviario que permita su administración y su supervisión a través de la interoperabilidad tanto de los equipos que se pueden instalar en estos vehículos y los que se instalan en tierra, que ayudan a que los equipos instalados, se genere la comunicación tren-tierra, que son señales de repetición entre los diferentes dispositivos instalados, que requieren que parte de la instalación esté en la cabina de conducción del tren para así detectar los mensajes que se envían desde instalaciones fijas y que permiten la operatividad sin riesgos.

En el tema 4, se abordan temas de gestión de emergencias y de seguridad, en la que el conocimiento de los diferentes protocolos, líneas de planificación, sistemas de protección y protocolos de respuesta, puedan establecer la seguridad tanto del equipo como la seguridad del personal.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente investigue ejemplos de instalaciones reales para guiar a sus estudiantes, a fin de que ellos identifiquen las diferentes variables a las que se van a enfrentar dependiendo del tipo de instalación y con esto aprendan a planificar las actividades a desarrollar en un ambiente real. Se abordan las normas al comienzo del curso buscando una visión de conjunto de las instalaciones de los sistemas ferroviarios. Al estudiar cada norma y aplicarla de manera reiterada permite al estudiante comprenderlas con mayor facilidad induciendo el aprendizaje significativo, oportuno e integrado de cada equipo.

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	M. en S.H.O. Aarón Hernael Reyes Muciño Dr. Jorge Sánchez Jaime Ing. Rodolfo Almazán Celis Dr. Héctor García de la Rosa Dr. Omar García de la Rosa M. en C. Daniel Hernández González M. en T.E. Manuel Ortiz Fosado	Tecnológicos participantes: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli



CONSOLIDACIÓN DE LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS Instituto Tecnológico de Toluca, octubre 2024.	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	• 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
• Conoce los dispositivos utilizados en la señalización, mando y control aplicados en la infraestructura ferroviaria para la operación segura y eficiente de los trenes.

5. Competencias previas

• Comprende y aplica los principios de los sistemas de electrificación, de la electrónica en el diseño, considerando aspectos como selección de dispositivos electrónicos, y la alimentación de energía eléctrica. • Selecciona e instala máquinas y dispositivos eléctricos. • Dibuja e interpreta diagramas esquemáticos de circuitos eléctricos, mecánicos y electrónicos. • Manejo de software de diseño en CAD, en el que pueda desarrollar sus propios planos.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Señalización y control de trenes	1.1 Características de señalización ferroviaria: 1.1.1 Señales fijas. 1.1.2 Señales móviles. 1.1.3 Señales luminosas. 1.1.4 Señales mecánicas. 1.2 Sistemas de detección. 1.2.1 Circuitos de vía. 1.2.2 Balizas. 1.2.3 Diferímetro



		1.2.4 Sistemas de detección remota. 1.3 Principios de control de trenes. 1.3.1 Bloqueo automático. 1.3.2 Bloqueo manual. 1.3.3 Sistemas de mando y control.
2	Sistemas de control de tráfico ferroviario	2.1 Tópicos de planificación y programación del tráfico. 2.2 Sistemas de control de tráfico centralizado (CTC) y distribuido. 2.3 Sistemas de Gestión de tráfico 2.3.1 Sistemas ERTMS 2.3.1.1 Sistemas ETCS 2.3.1.2 Sistemas GSM-R 2.3.2 Sistema ATP 2.3.3 Sistema LZB
3	Sistemas de Control y comunicaciones.	3.1 Monitoreo y control de vías y desvíos. 3.2 Supervisión de la energía y suministro eléctrico en la red ferroviaria. 3.3 Interoperabilidad 3.3.1 Comunicación y Enlaces 3.3.2 Protocolos de comunicación 3.3.3 Redes de telecomunicaciones 3.3.4 Enlaces seguros y redundancia 3.3.5 Telemetría 3.5 Sistemas de conducción Automática ATO y <i>driverless</i>
4	Gestión de emergencias y seguridad.	4.1 Planificación y gestión de emergencias en el control ferroviario. 4.2 Sistemas de protección y seguridad en el control ferroviario. 4.3 Procedimientos de seguridad y respuesta a situaciones de emergencia

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Señalización y control de trenes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<i>Específica(s):</i> Identifica los elementos de sistema de señalización y control utilizados en el mando de sistemas ferroviarios. <i>Genérica(s):</i>	• Enumera los diferentes tipos de sistemas de señalización utilizados en los sistemas ferroviarios. • Localiza los sistemas de señalización en vía y material rodante. • Elabora un diagrama donde se identifiquen los sistemas de detección de trenes.



• Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de investigación. • Capacidad de trabajo en equipo.	• Realiza un mapa conceptual sobre el funcionamiento de control de trenes. • Realiza una investigación de las tendencias tecnológicas de los sistemas de sistemas de señalización.
2. Sistemas de control de tráfico ferroviario	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<i>Específica(s):</i> Conoce los sistemas de control de tráfico ferroviario que permita desarrollar una planificación y su programación mediante el control de distribución. <i>Genérica(s):</i> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de investigación. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	• Realiza un cuadro sinóptico sobre los principios de planeación y programación del tráfico. • Elabora un esquema donde se identifiquen los sistemas de control centralizado y distribuido • Observa los diferentes sistemas de gestión de tráfico implementados en otros sectores mundiales • Compara casos de conflictos para contemplar las prioridades en el control de tráfico
3. Sistemas de supervisión y control de infraestructuras	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<i>Específica(s):</i> Identifica los sistemas de supervisión, control y alimentación de instrumentos y aparatos para el apoyo de predicción de mantenimiento <i>Genérica(s):</i> • 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.	• Elabora una infografía de los tipos de sistemas de supervisión y control de vías, utilizados normalmente. • Describe los diferentes protocolos de comunicación existentes en los sistemas ferroviarios. • Observa los diferentes sistemas de comunicación que permiten evaluar los sistemas de supervisión y suministro eléctrico. • Desarrolla un sistema de simulación donde permita identificar las señales en tierra-tren-cabina, para la toma de decisiones. • Considera las ventajas y desventajas de los sistemas automáticos de conducción.
4. Gestión de emergencias y seguridad.	
Competencias	Actividades de aprendizaje

Específica(s): Comprende los sistemas de protección y seguridad de sistemas ferroviarios para dar respuesta a situaciones de emergencia. Genérica(s): • 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.	• Compara diferentes casos de gestión de emergencias • Realiza un estudio de funcionalidad de los sistemas de protección y seguridad en sistemas ferroviario. • Observa casos de procedimientos de seguridad y respuesta a situaciones de emergencia en sistemas ferroviarios. • Emula sistemas de simulación de funcionamiento de sistemas ferroviario. • Realiza una investigación documental sobre la normatividad aplicable para los procesos de seguridad.
---	---

8. Práctica(s)

- Simulación e implementación de los sistemas de señales.
- Evaluación de funcionamiento de los sistemas de control.
- Desarrollo de pruebas de sistemas de señalización y control.
- Realiza simulación específica para la señalización y el control ferroviarios
- Observa los sistemas de supervisión ferroviaria
- Identifica elementos de seguridad implementados en los sistemas ferroviarios.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) donde se fundamenta el proyecto según un diagnóstico realizado, que permite a los estudiantes comprender la realidad o situación en estudio para definir un proceso de intervención o diseñar 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 los saberes, habilidades y destrezas 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”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

La evaluación requiere de una evaluación continua y permanente, por lo que se deben realizar evaluaciones:

- Diagnóstica: con ella se busca obtener información acerca del nivel de conocimientos y habilidades previas que tiene el estudiante y establecer estrategias para su desarrollo en la asignatura.
- Formativa: tiene como objetivo principal explorar y verificar si los estudiantes están adquiriendo y desarrollando adecuadamente las habilidades requeridas. Permite identificar tanto los avances como las deficiencias y carencias para proporcionar retroalimentación útil que permita mejorar su desempeño académico.
- Sumativa: con ella se busca determinar el grado de ejecución y desempeño alcanzado por los estudiantes en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el curso. Su finalidad es asignar calificaciones y tomar decisiones de acreditación basada en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Algunas técnicas de evaluación sugeridas son la observación directa, coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación en actividades de aprendizaje. Se recomienda el uso de instrumentos de evaluación como: guía de observación, listas de cotejo y rúbricas. Como herramienta de evaluación se propone el portafolio de evidencias para un seguimiento sistemático y coherente de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, recopilando y organizando los productos generados que reflejan su desempeño académico

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. Pachi, J. (2020). Railway Signalling. Braunschweig.
11. Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Diaz de santos
12. González F. (2016). Señalización y seguridad ferroviaria. Madrid. Garceta grupo editorial.
13. 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>
14. Navarro López, R., & Leal Reyes, R. G. (2015). Los ferrocarriles en México. México: Palibrio.
15. Secretaria 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>
16. Secretaria 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
17. Valencia Islas, A. (2018). El Descarrilamiento de un Sueño. Historia de Ferrocarriles Nacionales de México, 1919-1949. El Colegio de México
18. 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).