

PROGRAMA DE
ESTUDIOS

TEORÍA DE CONTROL

TECNÓLOGO EN AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA

SEXTO SEMESTRE
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR





Teoría de Control. Programa de Estudios. Tecnólogo en Automatización y Robótica. Sexto Semestre, fue editado por el Centro de Enseñanza Técnica Industrial de Jalisco.

MARIO DELGADO CARRILLO
Secretario de Educación Pública

TANIA RODRÍGUEZ MORA
Subsecretaria de Educación Media Superior

JUDITH CUÉLLAR ESPARZA
Directora General del Centro de Enseñanza Técnica Industrial

ÁNGEL EDUARDO ZAMORA ACEVEDO
Director Académico del Centro de Enseñanza Técnica Industrial

Segunda edición, 2025.

D. R. © CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL. ORGANISMO
PÚBLICO
DESCENTRALIZADO FEDERAL.

Nueva Escocia No. 1885, Col. Providencia 5ª sección, C. P. 44638,
Guadalajara, Jalisco.

Distribución gratuita.
Prohibida su venta.



ÍNDICE

06

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

07

II. UBICACIÓN DE LA UAC

08

III. DESCRIPTORES DE LA UAC

10

IV. DESARROLLO DE LA UAC

18

V. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS Y
OTRAS FUENTES DE CONSULTA

PRESENTACIÓN

El rediseño curricular del modelo educativo del tecnólogo, articula los tres componentes del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior: I) El fundamental; II) El ampliado; y III) El profesional, ahora laboral, conservando este último, el enfoque basado en competencias, bajo una nueva propuesta que impulsa al CETI a mantener una estrecha vinculación con el sector productivo. El planteamiento del proceso educativo surge a partir del campo profesional, lo que permite diseñar la situación didáctica desde una problemática que pone en juego e integra las competencias del estudiantado para la transformación laboral y el aprendizaje significativo dejando a un lado, la idea del empleo.

En este sentido, la presente asignatura plantea desde su propia construcción, un proyecto integrador que va orientando el perfil de egreso y que hace explícito los conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes y valores que las y los estudiantes aplican en los procedimientos técnicos específicos.

A lo largo del curso, las y los estudiantes explorarán los principios fundamentales del control de sistemas dinámicos y su aplicación en diversas áreas de la ingeniería. Adquirirán conocimientos esenciales sobre la representación y modelado matemático de sistemas de control, utilizando herramientas analíticas como funciones de transferencia y ecuaciones diferenciales.

Mediante el análisis de la respuesta dinámica de sistemas físicos, las y los estudiantes comprenderán el comportamiento de sistemas mecánicos, eléctricos y térmicos frente a diferentes señales de entrada. A través de la teoría y la experimentación práctica, desarrollarán habilidades para diseñar y evaluar estrategias de control que optimicen el desempeño de los sistemas, asegurando estabilidad y precisión.

Esta UAC no solo proporcionará una base sólida en el análisis y diseño de sistemas de control, sino que también fomentará el pensamiento crítico y la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a problemas reales en la industria y la automatización.

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

CARRERA:

TECNÓLOGO EN AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA.

Modalidad	UAC	Clave
-----------	-----	-------

Presencial	Teoría de Control	
------------	-------------------	--

Semestre	Academia	Línea de Formación
----------	----------	--------------------

Sexto	Control y Robótica	Control y Robótica
-------	--------------------	--------------------

Créditos	Horas Semestre	Horas Semanales
----------	----------------	-----------------

7.2	72	4
-----	----	---

Horas Teoría	Horas Práctica
--------------	----------------

2	2
---	---

Fecha de elaboración	Fecha de última actualización
----------------------	-------------------------------

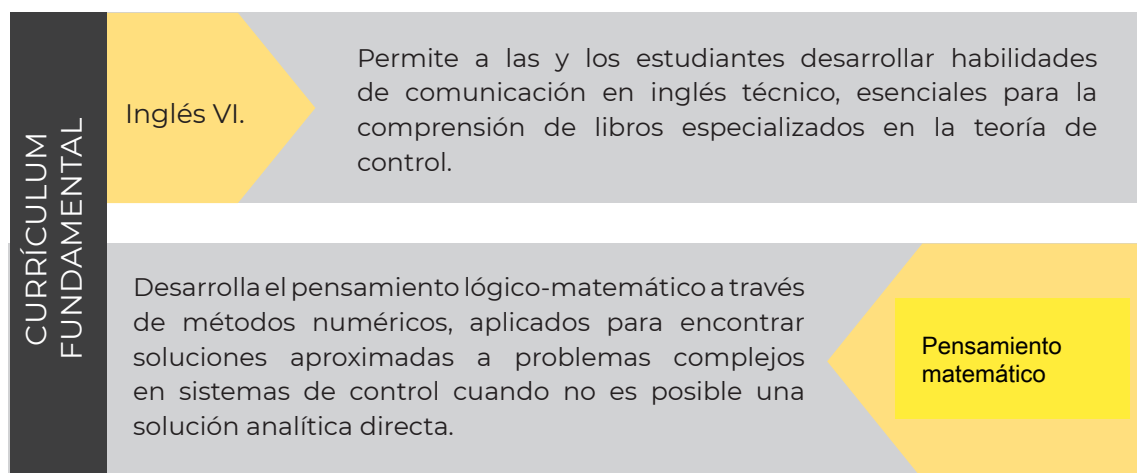
Mayo 2024	-
-----------	---

II. UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

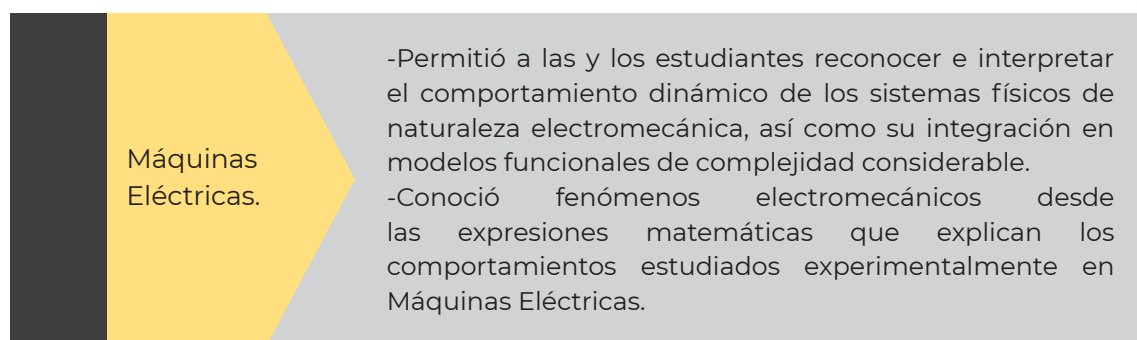
ÁMBITOS DE TRANSVERSALIDAD

Relación con asignaturas respecto a Marco Curricular Común de Educación Media Superior (MCCEMS).

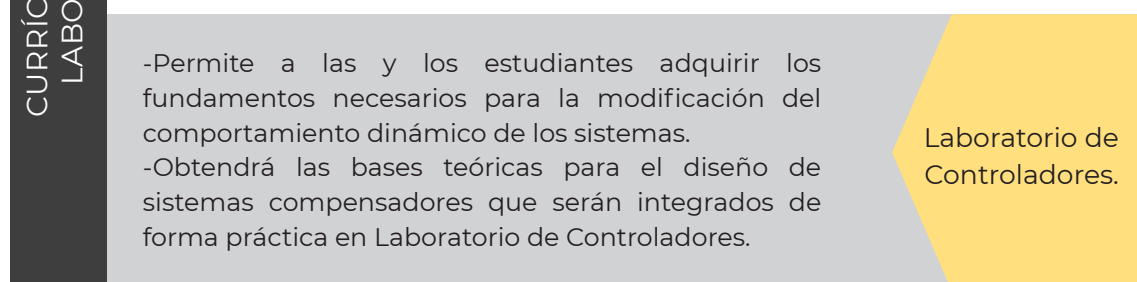
Asignaturas vinculadas / Quinto semestre



Asignatura previa / Quinto semestre



Asignatura posterior / Séptimo semestre



III. DESCRIPTORES DE LA ASIGNATURA

1. META DE APRENDIZAJE DE LA UAC

Interpreta, usando pensamiento lógico-matemático, el funcionamiento de los sistemas físicos, así como sus interacciones en términos de alimentación y retroalimentación para analizar su comportamiento en diferentes condiciones y aplicaciones.

2. COMPETENCIAS LABORALES DE LA UAC

- Comprende la definición, modelado y clasificación de los sistemas físicos y sus interacciones, acorde a la normativa vigente.
- Opera herramientas matemáticas adecuadas para la interpretación del comportamiento físico, orientado a la solución de problemas de su entorno.
- Clasifica y sintetiza diferentes sistemas de control, buscando desarrollar algoritmos que expliquen su funcionamiento y estabilidad, con ética y responsabilidad profesional.

3. PRODUCTO INTEGRADOR

Modelado de sistemas físicos.



3.1 Descripción del Producto Integrador

-Construye un sistema dinámico para la obtención y simulación de su modelo dinámico, basado en una de las siguientes sugerencias:

- a) Red eléctrica RLC.
- b) Sistema masa-resorte-amortiguador.
- c) Sistema electromecánico de traslación lineal.

-Construye uno de los tres prototipos (a elegir) y aproxima el modelo matemático a partir del desempeño de su respuesta dinámica (es necesario el uso de un instrumento de medición).

-Simula el modelo obtenido dentro de una arquitectura de lazo cerrado, para predecir el comportamiento de este.

-Finalmente, establece de forma física el lazo cerrado en su prototipo, buscando comprobar la validez de su simulación.

-Es requisito acompañar al producto integrador de un reporte escrito donde se detalle el desarrollo de éste, así como los resultados obtenidos.

3.2 Formato de entrega

- Prototipo funcional físico.
- Reporte en formato digital.

IV. DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

UNIDAD 1. SISTEMAS DE CONTROL Y SU REPRESENTACIÓN.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Define los sistemas de control para identificar sus componentes y arquitectura.	-Introducción a los sistemas de control. -Descripción estructural de los sistemas de control. -El comportamiento dinámico, lineal y determinista. -Lazos de control.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Identificación y representación de sistemas de control en el mundo cotidiano. -Entregable: Diagrama de bloques que especifica los componentes de un sistema físico a elección del estudiante (formato digital).	-Rúbrica que evalúa el cumplimiento porcentual de los siguientes aspectos: -Correspondencia con representación teórica de los sistemas de control. -Pertinencia del ejemplo propuesto. -Cumplimiento de los componentes de los sistemas de control y correcta identificación. -Creatividad del ejemplo.
Opera la función de transferencia como modelo de los sistemas físicos.	-Definición de modelo de ecuación diferencial. -Relación entre ecuaciones diferenciales y leyes físicas. -Estructura LDI. -Polos y ceros de las funciones de transferencia. -Concepto de causalidad.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Operación procedimental para la separación de los componentes de causalidad de las funciones de transferencia. -Entregable: Ejercicios resueltos sobre separación de componentes de causalidad (formato digital).	-Lista de cotejo que evalúe el cumplimiento del procedimiento y el resultado correcto de cada ejercicio propuesto sobre componentes de causalidad.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Opera el álgebra de bloques y sus algoritmos para el modelado de sistemas.	-Definición y propiedades de los diagramas de bloques. -Representación formal de arquitecturas de sistemas de control. -Función de transferencia de lazo cerrado y algoritmos de reducción. -Modelos MIMO.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.). -Presentaciones digitales. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Aplicación de las propiedades del álgebra de bloque para la definición de la arquitectura estándar de los sistemas de lazo cerrado. -Entregable: Ejercicio resuelto sobre reducción de álgebra de bloques (formato digital). -Aplicación del algoritmo de reducción para la obtención de funciones de transferencia de lazo cerrado. -Entregable: Ejercicio resuelto sobre reducción de álgebra de bloques mediante algoritmo generalizado (formato digital).	-Lista de cotejo que evalúe el cumplimiento del procedimiento y el resultado correcto de cada ejercicio propuesto sobre reducción de álgebra de bloques. -Guía de observación que verifica la pertinencia, correcta aplicación, porcentaje de cubrimiento y resultado de la aplicación de los pasos del algoritmo formal de reducción de álgebra de bloques.

PP 1. Portafolio de prácticas y actividades del primer parcial.

UNIDAD 2. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS PARA EL MODELADO DE SISTEMAS.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Reconoce las transformadas de Laplace como herramientas de simplificación matemática.	-Integral de Laplace. -Fórmulas comunes de transformadas de Laplace. -Cálculo simbólico. -Procedimientos de software para la determinación de transformadas de Laplace.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Software MatLab. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Creación de un compendio de transformadas de Laplace típicas. -Entregable: Formulario de transformadas de Laplace (formato digital). -Determinación de transformadas de Laplace mediante interpretación de tablas y programación. -Entregable: Ejercicios resueltos sobre cálculo de transformadas de Laplace (formato digital).	-Rúbrica que evalúe el porcentaje de cumplimiento del número de fórmulas y transformadas solicitadas, en el caso de funciones y en el caso de propiedades. -Lista de Cotejo que evalúe el cumplimiento del procedimiento y el resultado correcto de cada ejercicio propuesto de cálculo de transformadas de Laplace.
Reconoce las transformadas inversas de Laplace como herramientas de simplificación matemática.	-Métodos de descomposición en fracciones parciales. -Interpretación de tablas de transformadas inversas de Laplace. -Procedimientos de software para la determinación de transformadas inversas de Laplace. -Solución de ecuaciones diferenciales.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Software MatLab. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Determinación de transformadas inversas de Laplace de forma analítica y mediante software. -Entregable: Ejercicios resueltos sobre cálculo de transformadas inversas de Laplace (formato digital). -Solución de ecuaciones diferenciales de forma analítica y mediante software. -Entregable: Ejercicios resueltos sobre solución de ecuaciones diferenciales (formato digital).	-Lista de cotejo que evalúe el cumplimiento del procedimiento y el resultado correcto de cada ejercicio propuesto en el cálculo de transformadas inversas de Laplace. -Lista de cotejo que evalúe el cumplimiento del procedimiento y el resultado correcto de cada ejercicio propuesto en el cálculo de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Aplica transformadas y transformadas inversas para predecir el comportamiento de los sistemas físicos.	-Clasificación de la complejidad de los modelos físicos. -Transformada de Laplace de leyes físicas. -Introducción a <i>Simulink</i>. -Sistemas mecánicos: Modelado y simulación. -Sistemas eléctricos: Modelado y simulación.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.). -Presentaciones digitales. -Software MatLab y <i>Simulink</i>. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Modelado y simulación de sistemas mecánicos. -Entregable: Archivo digital que desarrolle la simulación de un caso de estudio de sistema mecánico. (Archivo. mat y <i>simulink</i>). -Modelado y simulación de sistemas eléctricos. -Entregable: Archivo digital que desarrolle la simulación de un caso de estudio de sistema eléctrico (archivo .mat y <i>simulink</i>).	-Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo de la simulación de sistema mecánico, mediante los siguientes aspectos: -Complejidad del sistema modelado. -Correcta interpretación de coeficientes y parámetros del sistema. -Claridad y documentación del código de simulación. -Compilación correcta del código de simulación. -Comprensión e interpretación de resultados de la simulación. -Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo de la simulación de sistema eléctrico, mediante los siguientes aspectos: -Complejidad del sistema modelado. -Correcta interpretación de coeficientes y parámetros del sistema. -Claridad y documentación del código de simulación. -Compilación correcta del código de simulación. -Comprensión e interpretación de resultados de la simulación.

PP 2. Portafolio de prácticas y actividades del segundo parcial.

UNIDAD 3. LA REPUESTA DINÁMICA DE LOS SISTEMAS FÍSICOS.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Define los sistemas de primer orden para caracterizar sus componentes y comportamiento.	-Entradas de prueba típicas. -Forma de constante de tiempo. -Respuesta tipo de sistema de primer orden. -Régimen transitorio y régimen de estado estable.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Software MatLab y Simulink. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Simulación de entradas de prueba típicas. -Entregable: Archivo digital que contiene el código de programación para generar señales de prueba (archivo .mat). -Cálculo y simulación de la respuesta del primer orden. -Entregable: Archivo digital que desarrolla la simulación de un sistema de primer orden (archivo .mat y simulink).	-Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo del código que permite generar señales de prueba, mediante los siguientes aspectos: -Totalidad de las señales generadas. -Inclusión de condición de causalidad. -Legibilidad y parámetros de las gráficas. -Claridad y documentación de código. -Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo de la simulación de sistema de primer orden, mediante los siguientes aspectos: -Identificación y declaración correcta del sistema. -Determinación de parámetros del sistema. -Simulación de la respuesta en el tiempo del sistema, con interpretación grafica completa (tiempo y amplitud). -Generalización en el tiempo de la amplitud de los sistemas de primer orden.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Define los sistemas de segundo orden para caracterizar sus componentes y comportamiento.	-Forma estándar de los sistemas de segundo orden. -Amortiguamiento y frecuencia natural. -Dependencia del comportamiento en términos del amortiguamiento.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Software MatLab y Simulink. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Operación de la forma estándar para la identificación del tipo de sistema de segundo orden. -Entregable: Ejercicios resueltos sobre factorización de sistemas de segundo orden (formato digital). -Cálculo y simulación de la respuesta de segundo orden. -Entregable: Archivo digital que desarrolla la simulación de diferentes casos de sistemas de segundo orden (archivo .mat y simulink).	-Lista de cotejo que evalúe el resultado correcto y cumplimiento del procedimiento en la obtención de los parámetros característicos de ejemplos de sistemas de segundo orden. -Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo de la simulación de sistema de primer orden, mediante los siguientes aspectos: -Identificación y declaración correcta de los sistemas. -Inclusión de los 4 tipos diferentes de sistemas de segundo orden. -Determinación de parámetros de cada sistema (amortiguamiento y frecuencia natural). -Simulación de la respuesta en el tiempo de cada sistema, con interpretación grafica completa (tiempo y amplitud).

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Aplica métodos operacionales para determinar el desempeño de los sistemas.	-Generalización de la respuesta en estado estable. -Factores de desempeño de la respuesta transitoria de segundo orden. -Formulación de cálculo para el desempeño de la respuesta de segundo orden.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.). -Presentaciones digitales. -Software MatLab y Simulink. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Cálculo del desempeño de la respuesta de segundo orden. -Comprobación de desempeño mediante entornos de simulación. -Entregable: Reporte comparativo que contenga el cálculo procedimental del desempeño de sistemas de segundo orden, acompañado de la medición del desempeño mediante simulación (formato digital con copia de archivo <i>simulink</i>).	-Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo del reporte de comparación de desempeño. Cubrir siguientes aspectos: -Cálculo completo y correcto del desempeño analítico de un sistema de segundo orden. -Identificación adecuada de los parámetros del sistema. -Declaración correcta del sistema dentro del entorno de simulación. -Obtención de la simulación de la respuesta en el tiempo, y medición de su desempeño desde la simulación. -Procedimiento completo y resultado correcto del cálculo analítico de los errores relativos y porcentuales que diferencian el cálculo del desempeño de la simulación del desempeño.

Procesos	Contenidos	Recursos	Productos	Evaluación e instrumentos de evaluación
Reconoce las nociones y operaciones para el cálculo de la estabilidad de los sistemas.	-Definición de estabilidad. -Estabilidad relativa y absoluta. -Criterio de polos del sistema y teorema del valor final. -Criterio de Ruth y Ruth-Hurwitz.	-Material audiovisual y multimedia. -Internet (multimedia, blogs, plataformas, etc.) -Presentaciones digitales. -Software MatLab y Simulink. -Pintarrón. -Proyector. -Bibliografía.	-Cálculo y simulación de ganancias de estabilización para sistemas de control en lazo cerrado. -Entregable: Reporte comparativo que contenga el cálculo procedimental ganancias de estabilización, acompañado de la medición de las ganancias mediante simulación (formato digital con copia de archivo <i>simulink</i> y <i>rltool</i>).	-Rúbrica que cuantifica el porcentaje de desarrollo del reporte de comparación de ganancias de estabilización: -Procedimiento completo y resultado correcto del cálculo analítico de ganancias de estabilización. -Identificación adecuada de los parámetros del sistema. -Declaración correcta del sistema dentro del entorno de simulación. -Obtención de la simulación geométrica, y medición de ganancias de estabilización. -Procedimiento completo y resultado correcto de cálculo analítico de los errores relativos y porcentuales que diferencian el cálculo de la simulación de ganancias.

PP 3. Portafolio de prácticas y actividades del tercer parcial.
PF. Modelado de sistemas físicos.

V. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS Y OTRAS FUENTES DE CONSULTA DE LA UAC

Recursos Básicos

- Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de Control Automático*. Pearson Educación.
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderna*. Pearson Educación.

Recursos Complementarios

- Khan Academy. (s/f). *Khanacademy.org*. Recuperado en mayo de 2024, de <https://es.khanacademy.org/>
- Self-paced Online Courses. (s/f). *Mathworks.com*. Recuperado en de mayo de 2024, de <https://matlabacademy.mathworks.com/>
- Spivak, M. (1988). *Cálculo Infinitesimal*. Reverté.
- *Guía para la Construcción de Programas de Estudio*, Versión 3.0, CETI Colomos.
- *Progresiones de Aprendizaje del Recurso Sociocognitivo. Pensamiento Matemático*.
- *Progresiones de Aprendizaje del Recurso Sociocognitivo. Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología*.

Fuentes de Consulta Utilizadas

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (30 de septiembre de 2019). *Ley General de Educación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (20 de septiembre de 2023). *Acuerdo secretarial 17/08/22 y 09/08/23*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5699835&fecha=25/08/2023
- Gobierno de México. (7 de septiembre de 2023). *Propuesta del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. <https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>

AGRADECIMIENTOS

El Centro de Enseñanza Técnica Industrial, agradece al cuerpo docente por su participación en el diseño curricular:

Alfonso Pérez González.

Miguel Flores Zepeda.

Pedro Arana Valdez.

Luis Antonio Yáñez Martínez.

César Ernesto González Vázquez.

Equipo Técnico Pedagógico:

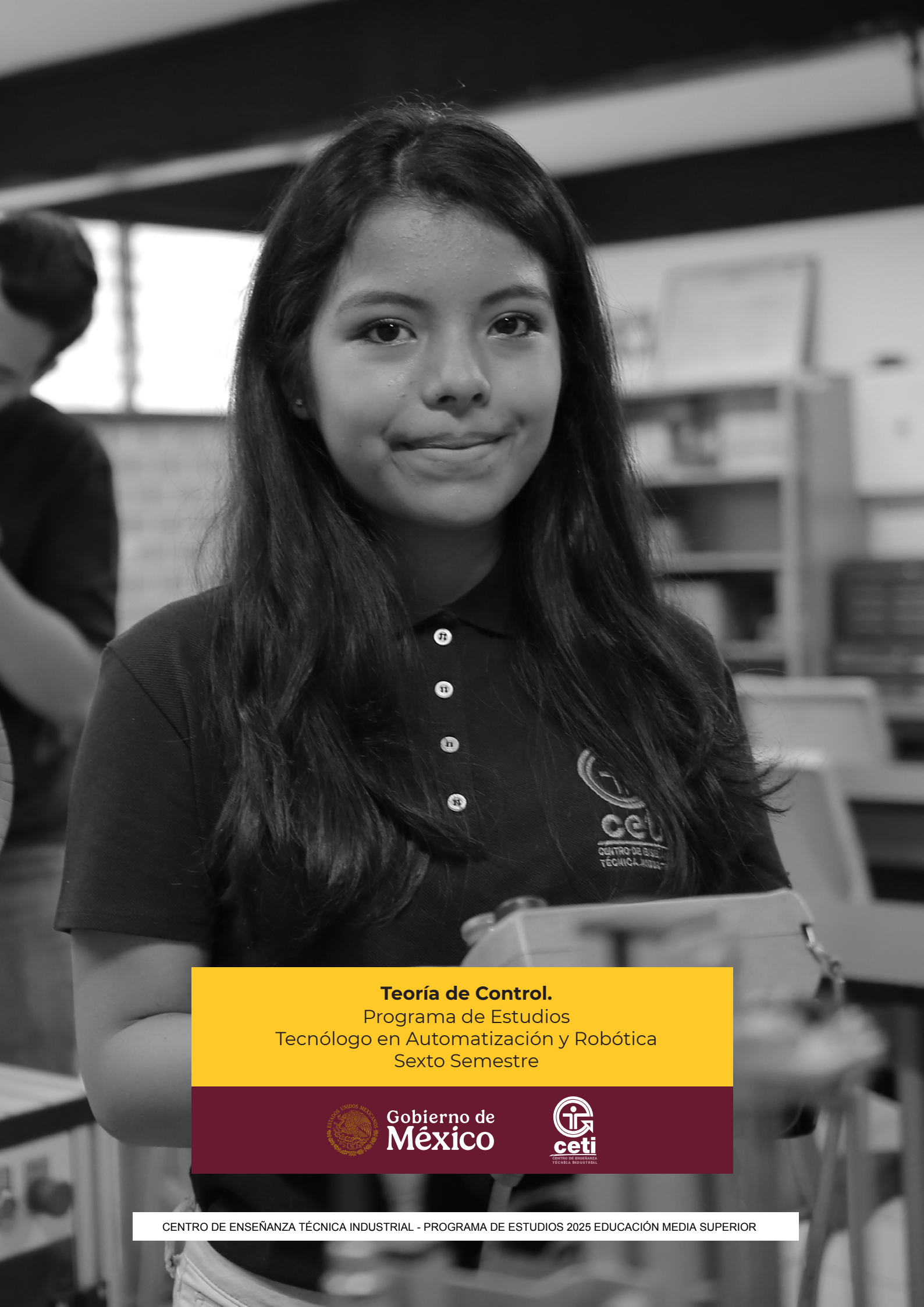
Armando Arana Valdez.

Cynthia Isabel Zatarain Bastidas.

Ciara Hurtado Arellano.

Enrique García Tovar.

Rodolfo Alberto Sánchez Ramos.



Teoría de Control.
Programa de Estudios
Tecnólogo en Automatización y Robótica
Sexto Semestre



Gobierno de
México



CENTRO DE ENSEÑANZA
TÉCNICA INDUSTRIAL