

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana y Facultad de Ingeniería, Mexicali.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Electrónica
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Modelado y Control
5. **Clave:** 36160
6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 08
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Señales y Sistemas



Equipo de diseño de PUA

Patricia Luz Aurora Rosas Méndez
Dann Salvador de la Torre Rodríguez
José Jaime Esqueda Elizondo
Laura Jiménez Beristain
Lucila Zavala Moreno

Firma







Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Humberto Cervantes de Ávila
Rocío Alejandra Chávez Santoscoy
Alejandro Mungaray Moctezuma

Firma





Fecha: 20 de noviembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad es brindar al alumno los conocimientos sobre el modelado de sistemas dinámicos para controlarlos de forma eficiente con el uso de la terminología de sistemas y teoría de control, además desarrollar la capacidad de análisis e implementación de modelos.

Esta unidad de aprendizaje pertenece a la etapa disciplinaria con carácter de obligatoria, pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería y tiene como requisito aprobar el curso de Señales y Sistemas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y evaluar controladores lineales, mediante el modelado de sistemas dinámicos y la aplicación de leyes de control, para asegurar que el desempeño de los sistemas controlados se mantenga dentro de los parámetros establecidos, con sentido crítico, creativo y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un sistema de control que integre los siguientes elementos:

- Modelo matemático del sistema dinámico.
- Diseño del sistema de control adecuado.
- Evaluación del sistema controlado que demuestre la eficiencia del sistema de control.
- Simulación e implementación del sistema controlado.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Los sistemas de control

Competencia:

Identificar los elementos de un sistema de control, mediante herramientas matemáticas adecuadas, para obtener el modelo de un sistema dinámico en sus diferentes representaciones, con pensamiento analítico y trabajo colaborativo.

Contenido:**Duración:** 4 horas

- 1.1. Conceptos básicos
 - 1.1.1. Señales de entrada, de salida, perturbaciones y condiciones iniciales
 - 1.1.2. Clasificación de los sistemas
 - 1.1.3. Etapas en la realización de un sistema de control
- 1.2. Modelos matemáticos
 - 1.2.1. Ecuaciones diferenciales
 - 1.2.2. Función de transferencia
 - 1.2.2.1. Definición
 - 1.2.2.2. Polos y Raíces
 - 1.2.3. Conversión entre modelos
 - 1.2.4. Diagramas de bloques
 - 1.2.5. Gráficas de flujo de señal

UNIDAD II. Descripción de sistemas lineales y continuos en el dominio de tiempo

Competencia:

Describir sistemas lineales y continuos, mediante el análisis del comportamiento de la respuesta de dichos sistemas a entradas específicas, para identificar su orden y obtener su representación en el Espacio de Estados, con actitud analítica y ordenada.

Contenido:

Duración: 8 horas

- 2.1. Descripción usando ecuaciones diferenciales
 - 2.1.1. Régimen transitorio y estado estable
- 2.2. Sistemas de primer orden
- 2.3. Sistemas de segundo orden
- 2.4. Descripción del sistema usando señales de salida
- 2.5. La Representación en el Espacio de Estado

UNIDAD III. Descripción de sistemas lineales y continuos en el dominio de la frecuencia

Competencia:

Representar sistemas lineales y continuos, mediante la herramienta de transformada de Laplace, para obtener la función de transferencia y su respuesta en la frecuencia, con orden y actitud analítica.

Contenido:

Duración: 6 horas

- 3.1. La Transformación de Laplace
 - 3.1.1. Definición y Rango de Convergencia
 - 3.1.2. Características de la Transformación
 - 3.1.3. Transformación Inversa
 - 3.1.4. Aplicación de la Transformación de Laplace
- 3.2. La Representación del sistema usando la respuesta en frecuencia
 - 3.2.1. Diagrama de Nyquist
 - 3.2.2. Diagrama de Bode
- 3.3. Resumen de los elementos de transferencia más importantes

UNIDAD IV. Estabilidad de sistemas lineales y continuos

Competencia:

Determinar el grado de estabilidad de los sistemas lineales y continuos, mediante diversas herramientas matemáticas, con el fin de eficientizar el desempeño del sistema compensado, de forma crítica y organizada.

Contenido:

Duración: 6 horas

- 4.1. Definición
- 4.2. Criterios de estabilidad algebraica
- 4.3. El Criterio de Nyquist
- 4.4. Estabilidad relativa en el dominio de la frecuencia: margen de ganancia y margen de fase
- 4.5. Tipos de compensación
 - 4.5.1. De adelanto
 - 4.5.2. De atraso
 - 4.5.3. De atraso-adelanto

UNIDAD V. Sintonización de sistemas lineales y continuos

Competencia:

Diseñar un controlador, para gobernar y evaluar el comportamiento del sistema dinámico, a través de las leyes y estructuras de control, con creatividad, actitud propositiva y colaborativa.

Contenido:

Duración: 8 horas

- 5.1. Planteamiento del problema
- 5.2. Acciones básicas de control
 - 5.2.1. Proporcional
 - 5.2.2. Integral
 - 5.2.3. Derivativo
 - 5.2.4. PI, PD Y PID
- 5.3. Error en régimen permanente de un sistema realimentado
 - 5.3.1. Señales de entrada para la medición del error
- 5.4. Diseño y técnicas de compensación
 - 5.4.1. Compensación de adelanto
 - 5.4.2. Compensación de atraso
 - 5.4.3. Compensación de atraso-adelanto
- 5.5. Diseño en el dominio de tiempo
- 5.6. Diseño en el dominio de frecuencia
- 5.7. Procedimientos del diseño analítico
- 5.8. Algunos métodos adicionales de la Sintonización

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Clasificar los elementos de un sistema de control, a través del análisis de sus entradas y salidas, para obtener una representación en diagrama de bloques, con actitud analítica y organizada.	<p>El alumno realiza las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica las señales de entrada y salida de un sistema por medio de la representación de diagramas de bloques y los clasifica en una tabla de acuerdo a su naturaleza. 2. Obtiene el modelo matemático de un sistema físico dinámico, utilizando ecuaciones diferenciales (de primer y segundo orden) y función de transferencia. 3. Obtiene el diagrama de polos y raíces a partir de la función de transferencia y los identifica. 4. Entrega la tabla de clasificación, modelo matemático y diagrama de polos y raíces. 	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora y tablas de transformadas de Laplace.	4 horas
2	Describir el comportamiento de los sistemas lineales y continuos, mediante el análisis de la respuesta de dichos sistemas a entradas específicas, para diferenciar las características en base al orden del modelo y obtener su representación en el Espacio de Estados, con actitud analítica y ordenada.	<p>El alumno realiza las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtiene la respuesta transitoria y en estado estacionario en sistemas de diferente orden, utilizando diferentes señales de entrada. 2. Identifica y caracteriza sistemas de primer orden, utilizando la respuesta transitoria para encontrar sus parámetros: ganancia y constante de tiempo. 	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora y tablas de transformadas de Laplace.	8 horas

		<p>3. Identifica y caracteriza sistemas de segundo orden, utilizando la respuesta transitoria para encontrar sus parámetros: ganancia, factor de amortiguamiento relativo y frecuencia natural amortiguada y no amortiguada y constante de tiempo.</p> <p>4. Describe modelos matemáticos mediante la representación de Espacio de Estado.</p> <p>5. Entrega el análisis dinámico de la respuesta de los sistemas ante diferentes entradas. Además, entrega la representación de Espacio de Estados de sistemas físicos como: eléctricos, mecánicos o químicos.</p>		
3	Aplicar la herramienta de la transformada de Laplace y su inversa, mediante el uso de sus propiedades, para representar sistemas continuos y lineales, con actitud ordenada y analítica.	<p>Utiliza las tablas de transformada de Laplace para las siguientes actividades:</p> <p>1. Usa la definición y propiedades de la transformada de Laplace para obtener la función de transferencia.</p> <p>2. Aplica la definición de la transformada inversa para obtener la respuesta en tiempo de la función de transferencia</p> <p>3. Simula la respuesta a la frecuencia usando los diagramas de Bode y Nyquist.</p> <p>4. Entrega la simulación.</p>	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora y tablas de transformadas de Laplace.	6 horas
4	Simular el sistema de control en el dominio de la frecuencia y realizar el análisis de estabilidad, mediante los diferentes criterios de estabilidad, para	<p>Realiza la simulación del sistema de control:</p> <p>1. Cuantifica la estabilidad de los</p>	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora y tablas de	6 horas

	evaluar su desempeño, con orden y pensamiento analítico.	sistemas de control, utilizando los criterios de Nyquist y estabilidad algebraica y estabilidad relativa. 2. Diseña compensadores de, adelanto, atraso y adelanto-atraso y evalúa su desempeño con respecto al margen de ganancia y margen de fase 3. Entrega la simulación del sistema compensado en el dominio de la frecuencia.	transformadas de Laplace.	
5	Diseñar un controlador, para evaluar el comportamiento del sistema dinámico, a través de las leyes y estructuras de control, con creatividad, actitud propositiva y colaborativa.	Construye un sistema de control a partir de su modelo matemático y simulación: 1.Obtiene el modelo del sistema a controlar. 2. Con base al modelo, propone un controlador eficiente para todo el sistema. 3. Entrega el diseño del prototipo.	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora y tablas de transformadas de Laplace.	8 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Aplicar ecuaciones diferenciales, para obtener el modelo matemático de sistemas lineales y continuos, de acuerdo al orden del sistema, con actitud analítica y ordenada.	<p>El alumno realiza las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construye un sistema de primer orden mecánico o eléctrico y estimula con diferentes señales de entrada para identificar y clasificar las características de sus respuestas. 2. Construye un sistema de segundo orden mecánico o eléctrico y estimula con diferentes señales de entrada para identificar y clasificar las características de sus respuestas. 3. Entrega el reporte de la práctica de laboratorio 	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora, tablas de transformadas de Laplace, software de simulación y circuitería electrónica, fuente de alimentación, generador de funciones, osciloscopio y multímetro.	8 horas
2	Aplicar la herramienta de la transformada de Laplace y su inversa, mediante el uso de sus propiedades, para representar sistemas continuos y lineales, con actitud ordenada y analítica.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construye un sistema de primer y segundo orden mecánico o eléctrico para caracterizarlo en función de su respuesta a la frecuencia. 2. Entrega el reporte de la práctica de laboratorio 	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora, tablas de transformadas de Laplace, software de simulación y circuitería electrónica, fuente de alimentación, generador de funciones, osciloscopio y multímetro.	6 horas
3	Simular el sistema de control en el dominio de la frecuencia y realizar el análisis de estabilidad, mediante los diferentes criterios de estabilidad, para evaluar su desempeño, con orden y pensamiento analítico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realiza la simulación del sistema de control en el dominio de la frecuencia. 2. Diseña compensadores de adelanto, atraso y adelanto-atraso y evalúa su desempeño con respecto margen de ganancia 	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora, tablas de transformadas de Laplace, software de simulación y circuitería electrónica, fuente	6 horas

		y margen de fase. 3. Entrega el reporte de la práctica de laboratorio.	de alimentación, generador de funciones, osciloscopio y multímetro.	
4	Diseñar un controlador, para gobernar y evaluar el comportamiento del sistema dinámico, a través de las leyes y estructuras de control, con creatividad, actitud propositiva y colaborativa.	1. Construye un prototipo de un sistema de control a partir de su modelo matemático y simulación. 2. Obtiene el modelo del sistema a controlar. 3. Con base al modelo, proponer un controlador eficiente para todo el sistema. 4. Implementa el controlador del sistema evaluando su desempeño. 5. Entrega el diseño y el prototipo del sistema controlado con su reporte que integre el diseño, simulación y mediciones.	Pizarrón, pintarrón, borrador, calculadora, libreta, proyector, lápices, bolígrafos, computadora, tablas de transformadas de Laplace, software de simulación y circuitería electrónica, fuente de alimentación, generador de funciones, osciloscopio y multímetro.	12 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Exposición.
- Análisis de casos.
- Planteamiento de problemas y ejercicios.
- Desarrollo de simulaciones y prácticas de laboratorio.
- Propiciar la participación activa de los estudiantes.
- Apoyar el proceso de aprendizaje.
- Resolver dudas de los estudiantes.
- Aplicar exámenes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Resolver ejercicios.
- Desarrollar y diseñar proyectos.
- Investigación documental.
- Elaboración de reportes de taller y laboratorio.
- Participar en clase.
- Colaborar con compañeros en los proyectos.
- Exposiciones de casos o temas para ejemplificar temáticas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones.....	40%
- Prácticas de laboratorio.....	20%
- Actividades de Taller	10%
- Evidencia de desempeño.....	30%
(Sistema de control)	
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Bolton, W. (s.f.). <i>Ingeniería de control</i> (1ª ed.). México: S.A. Marcombo.	Domínguez, S. (2013). <i>Control en el Espacio de Estado</i> . México: Pearson Educación.
Dorf, R. (2016). <i>Modern Control Systems</i> (13 th ed.). USA: Pearson.	Friedland, B. (2005). <i>Control System Design: An Introduction to State-Space Methods</i> . USA: Dover Publications. [clásica]
Franklin, G., Powell, J. & Emami-Naeini, A. (2014). <i>Feedback Control of Dynamic Systems</i> (7 th ed.). USA: Pearson.	Houpis, C., Sheldon, S. & D'Azzo, J. (2003). <i>Linear Control System Analysis and Design</i> . USA: CRC Press. [clásica]
Golnaraghi, F. & Kuo, B. (2017). <i>Automatic Control Systems</i> (10 th ed.). USA: McGraw-Hill Education.	Isidori, A. (1995). <i>Nonlinear Control Systems</i> , (3 rd ed.). USA: Springer. [clásica]
Kuo, B. (1997). <i>Sistemas de Control Automático</i> . USA: Prentice Hall. [clásica]	Luenberger, D. (1979). <i>Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models, and Applications</i> . (1 st ed.). USA: Wiley. [clásica]
MathWorks. (2019). <i>Control System Toolbox Videos</i> . Retrieved on September 27, 2018, from: https://la.mathworks.com/products/control/videos.html	
Nise, N. (2015). <i>Control Systems Engineering</i> (7 th ed.). USA: Wiley.	
Ogata, K. (1999). <i>Problemas de Ingeniería de Control Utilizando Matlab</i> . USA: Prentice Hall. [clásica]	
Ogata, K. (2010). <i>Ingeniería de Control Moderna</i> . (5ª ed.). USA: Pearson. [clásica]	
Rohrs, C. E. (1994). <i>Sistemas de Control Lineal</i> . México: McGraw-Hill. [clásica]	

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer título en ingeniería Eléctrica-Electrónica o área afín, preferentemente maestría o doctorado en ciencias o ingeniería. Se sugiere que el docente que imparta esta asignatura cuente con una experiencia laboral de al menos tres años o docente de dos años. Además, debe manejar software matemático y de simulación vigente y las funciones correspondientes asociadas al modelado y control de sistemas lineales. También debe ser capaz de comunicarse efectivamente, facilitar la colaboración y propiciar el trabajo en equipo. Ser una persona proactiva, reflexiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza y honestidad. Debe ser facilitador del logro de competencias, promotor del aprendizaje autónomo y responsable en el alumno, tener dominio de tecnologías de la información y comunicación como apoyo para los procesos de enseñanza-aprendizaje.