

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control Moderno
Clave de la asignatura:	RIF-1702
SATCA²:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica Ingeniería Electromecánica Ingeniería Mecatrónica Ingeniería en Sistemas Computacionales

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta materia proporciona los métodos y habilidades para el diseño e implementación de sistema de control moderno para automatizar procesos, esta asignatura se encuentra estrechamente relacionada a las materias de Control que se imparten en el transcurso de la carrera donde se muestra la teoría de control clásica. La importancia de esta asignatura radica en el conocimiento de otra rama del control como lo es el control moderno, brindando al estudiante herramientas suficientes para el desarrollo e implementación de técnicas de análisis y control más versátiles y de mayor aplicación en diversas ramas de la industria.</p> <p>En esta asignatura se abordan los temas del control moderno, el análisis de estabilidad en el sentido de Lyapunov para sistemas lineales, así como una introducción al control no lineal.</p>
Intención didáctica
<p>La asignatura debe abordar los temas de forma clara y siempre bajo el enfoque de la teoría de control moderna, se debe dar énfasis principalmente en la parte del diseño de controladores de sistemas lineales y en la parte de la teoría de estabilidad de Lyapunov, la unidad referente al control no lineal se puede ver de forma general con el objetivo de que el alumno conozca los sistemas no lineales así como algunas técnicas basadas en sistemas de este tipo.</p>

² Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

A lo largo del curso se debe fomentar las distintas competencias genéricas descritas en cada unidad resaltando la capacidad de análisis, síntesis e investigación. El proyecto que se plantea desarrollar en la última unidad debe ser formulado de tal forma que desarrolle todas las competencias genéricas y específicas abordadas a lo largo del curso.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Ensenada, Reunión del Cuerpo Académico “Robótica, Instrumentación y Control”, Febrero 2017.	Miembros del Cuerpo Académico “Robótica, Instrumentación y Control” ITENS-CA-1.	Diseño del módulo de especialidad de Robótica, Instrumentación y Control para las carreras de Ingeniería Electrónica, Electromecánica, Mecatrónica y Sistemas Computacionales.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña e implementa un sistema de control moderno tanto para sistemas lineales como para sistemas no lineales.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Comprende y domina los principios básicos del amplificador operacional Comprende y domina los conceptos básicos de control Diseña controladores clásicos Comprende y domina las ecuaciones diferenciales lineales. Comprende y domina conceptos básicos de Álgebra Lineal

6. Temario

No.	Nombre detemas	Subtemas
1	Introducción	1.1 Revisión de conceptos de control clásico 1.2 Variables de estado 1.3 Teoría de control moderna 1.4 Introducción al control de sistemas lineales y no lineales 1.5 Controlabilidad y Observabilidad
2	Diseño de controladores en el espacio de estados	2.1 Introducción 2.2 Ubicación de polos 2.3 Diseño de reguladores 2.4 Diseño de controladores 2.5 Observadores
3	Estabilidad	3.1 Introducción 3.2 Análisis de estabilidad de Lyapunov 3.2.1 Linealización 3.2.2 Método directo de Lyapunov
4	Sistemas no lineales	4.1 Introducción a los sistemas no lineales 4.2 Diseño de controladores 4.2.1 Linealización y retroalimentación de estados 4.2.2 Regulador Lineal cuadrático 4.2.3 Otros métodos (control adaptable, difuso, etc.)
5	Proyecto Final	5.1 Anteproyecto 5.2 Desarrollo 5.3 Reporte final

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno será capaz de obtener el modelo de un sistema mediante representación de variables de estado.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de trabajo en equipo • Capacidad de Investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Variables de estado • Trabajo de investigación sobre la teoría de control moderna. • Ejercicios sobre la obtención del modelo en variables de estado partiendo de la ecuación diferencial del sistema. • Análisis de controlabilidad, observabilidad, estabilizabilidad y detectabilidad. • Realización de prácticas que refuercen los temas vistos.
2. Diseño de controladores en el espacio de estados	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno será capaz de diseñar leyes de control para sistemas lineales</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio del control por ubicación de polos. • Diseño de controladores y reguladores • Investigación sobre el diseño de observadores. • Realizar prácticas en simulación para comprobar el buen funcionamiento de un sistema de control y de un sistema que contenga observadores.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de trabajo en equipo • Capacidad de Investigación 	
3. Estabilidad	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno conocerá el análisis de estabilidad de Lyapunov para después aplicarlo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de trabajo en equipo • Capacidad de Investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar sobre los conceptos de estabilidad. • Aplicar el método de Lyapunov para analizar la estabilidad de sistemas lineales. • Realizar prácticas mediante simulación de sistemas estables e inestables para comprobar los resultados obtenidos previo análisis de los sistemas..
4. Sistemas no lineales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseñar controladores para sistemas no lineales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de comunicación oral y escrita 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar sobre las distintas técnicas existentes de control basado en sistemas no lineales. • Aplicar el método LQR para diseño de controladores para sistemas lineales y no lineales

<ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de trabajo en equipo Capacidad de Investigación 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar y resolver un problema de control para un sistema no lineal con una de las técnicas estudiadas.
5. Proyecto final	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Implementar un sistema de control, partiendo desde el modelado del sistema, el diseño de la ley de control y la implementación de la misma.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Capacidad de comunicación oral y escrita Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de trabajo en equipo Capacidad de Investigación 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar un proyecto integrador donde se cumpla con todos los requisitos establecidos en el problema y se desarrolle de manera formal y completa como lo visto en las materias de evaluación y formulación de proyectos.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> Simulación de sistemas en variables de estado Respuesta de un sistema no lineal. Emplear matlab manejando sistemas en variables de estado Obtener el modelo matemático de un sistema eléctrico Diseño de un control moderno para un sistema lineal
--

6. Diseño de un controlador para controlar equipo ya existente en el laboratorio
7. Desarrollo por etapas del Proyecto Final

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.

Nota: Cabe mencionar que en el temario se dedica una unidad para el desarrollo y evaluación de dicho proyecto, dejando establecido su objetivo y características en el punto 7 de este temario.

10. Evaluación por competencias

- Para evaluar los conceptos teóricos y la habilidad de diseño realizar exámenes escritos
- Darle un peso importante, en la evaluación final, a cada uno de los proyectos (terminados, expuestos y con reporte final)
- Evaluar cada práctica desde el diseño, implementación y reporte final

11. Fuentes de información

1. Ogata, Katsuhiko, Ingeniería de control moderna, Cuarta Edición, Ed. Prentice Hall, 2003,
2. Kuo, Benjamín C., Automatic Control Systems, 9th. Ed. John Wiley & Sons, 2009.
3. Dorf, Richard C., Modern Control systems, 11th. Edition, Ed. Pearson-Prentice Hal, 2008.
4. Phillips & Harbor, Feedback control systems, Ed. Prentice Hall, última edición.
5. Grantham, Walter J. y Vincent, Thomas L., Sistemas de control moderno “Análisis y diseño”, Ed. Limusa.
6. H. Khalil , Nonlinear systems, Ed. Pearson, 2001.
7. H. Khalil , Nonlinear Control, Ed. Pearson, 2014.
8. Slotine, Jean-Jacques y Weiping Li, Applied nonlinear control, Prentice Hall, 1991.