

Carta Descriptiva

| I. Identificadores de la asignatura | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Instituto: | Ingeniería y Tecnología | Modalidad: | Presencial |
| Departamento: | Ingeniería Industrial y Manufactura | Créditos: | 6 |
| Materia: | Sistemas de Control Avanzado | Carácter: | Optativa |
| Programa: | Maestría en Tecnología | Tipo: | Curso |
| Clave: | IIM-9842-15 | | |
| Nivel: | Avanzado | | |
| Total, horas por semana: | | Horas por semana teoría: | Horas por semana práctica: |
| | 3 horas | 3 horas | |

| II. Ubicación | |
|----------------------|--------------|
| Antecedentes: | Clave |
| Ninguno | N/A |
| Consecuente: | Clave |
| Ninguna | N/A |

| III. Antecedentes |
|--|
| Conocimientos: Matemáticas, Algebra Lineal, Control Clásico y Ecuaciones Diferenciales. |
| Habilidades: Búsqueda, análisis y organización de información, capacidad de identificar y resolver problemas de carácter científico, facilidad para el razonamiento, capacidad de inferir, capacidad de inducir, lectura y comprensión de textos, diseño de algoritmos usando algún lenguaje de programación. |
| Actitudes y valores: Honestidad académica, autocrítica, responsabilidad, respeto y disposición para el aprendizaje, aprendizaje regulado, trabajo colaborativo, personalidad emprendedora, disposición a creatividad lógica |

| IV. Propósitos Generales |
|---------------------------------|
|---------------------------------|

- Presentar estrategias de control en espacio de estados.
- Modelar sistemas físicos mecánicos, eléctricos.
- Conocer los efectos que produce la implementación de estrategias de control por retroalimentación con espacio de estados.
- Solucionar problemas de modelado de sistemas físicos y aplicarles estrategias de control en espacio de estado.
- Implementar y analizar sistemas de control aplicados a sistemas físicos.

V. Compromisos formativos

Intelectual: El estudiante analizará las respuestas de los sistemas físicos en lazo abierto y lazo cerrado aplicándoles estrategias de control en espacio de estados.

Humano: El estudiante reflexionará acerca de las implicaciones éticas de la aplicación de estrategias de control a sistemas físicos.

Social: El estudiante analizará las repercusiones de ofrecer soluciones de sistemas de control y como mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Profesional: El estudiante incorpora a su formación los conocimientos sobre control automático aplicándolo en el diseño de máquinas y equipos automáticos.

VI. Condiciones de operación

Espacio teoría: aula tradicional

Espacio práctico: Control Automático

Mobiliario: Mesas y sillas

Población deseable: 15 Estudiantes

Material de uso frecuente:

- A) Proyector
- B) Computadora portátil

Condiciones especiales:

Plataforma programable para la implementación de estrategias de control.

VII. Contenidos y tiempos estimados

| | | | | | | |
|---|--|---|--|--|-------------------------------|----------|
| <p>Unidad I</p> <p>Fundamentos de espacio de estados</p> <p>El alumno comprenderá los conceptos fundamentales de la representación en espacio de estados.</p> | <p>Ponderación</p> <p>12.5%</p> | <p>Tema</p> <p>Encuadre del curso y concepto de estado</p> | <p>Objetivo</p> <p>Entender los objetivos del curso y su importancia en la formación académica del estudiante.</p> <p>Comprender el concepto de estado, variables de estado</p> | <p>Actividad</p> <p>Encuadre del curso: Se explican los objetivos, el alcance y el programa del curso. Se informa de los lineamientos para la presentación de trabajos y reportes de prácticas.</p> <p>Se explica el concepto de variables de estado y su relación con las variables físicas</p> | <p>Semana</p> <p>1</p> | <p>1</p> |
| | | <p>Ponderación</p> | <p>6.25%</p> | | | |
| | | <p>Horas</p> <p>3</p> | <p>3</p> | | | |
| | <p>6</p> | <p>Tema</p> <p>Ecuaciones de estado</p> <p>Representación en Laplace</p> | <p>Objetivo</p> <p>Entender el concepto de variables de estado y su aplicación en la dinámica del sistema.</p> | <p>Actividad</p> <p>Se muestra la representación matricial de las ecuaciones de estado y su comparación con las funciones de transferencia</p> <p>Se muestran ejemplos de sistemas en variables de estado y se pide a los participantes nombrar ejemplos</p> <p>Se explica el concepto de transformada de Laplace y se dan ejemplos de transformadas de Laplace para sistemas físicos</p> | <p>Semana</p> <p>2</p> | <p>2</p> |
| | | <p>Ponderación</p> | <p>6.25%</p> | | | |
| | | <p>Horas</p> <p>3</p> | <p>3</p> | | | |
| <p>Unidad II</p> <p>Modelo de estados</p> <p>Elaborar modelos de</p> | <p>Ponderación</p> <p>25%</p> | <p>Tema</p> <p>Leyes físicas y ecuaciones de equilibrio</p> | <p>Objetivo</p> | <p>Actividad</p> <p>Se explica el concepto de ecuaciones de equilibrio en los sistemas físicos y la relación con las leyes físicas relacionadas con los tipos de sistemas (eléctricos, mecánicos, hidráulicos, entre otros)</p> | <p>Semana</p> <p>3</p> | <p>3</p> |
| | | <p>Ponderación</p> | <p>6.25%</p> | | | |
| | | <p>Horas</p> <p>3</p> | <p>3</p> | | | |
| | <p>12</p> | <p>Tema</p> <p>Modelado en sistemas continuos y discretos</p> | <p>Objetivo</p> <p>Representar modelos matemáticos en espacio de estados tanto en tiempo</p> | <p>Actividad</p> <p>Se desarrollan y explican las ecuaciones de estado para el modelo de los</p> | <p>Semana</p> <p>4</p> | <p>4</p> |
| | | <p>Ponderación</p> | <p>6.25%</p> | | | |
| | | <p>Horas</p> | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|---|---|--|--|--|--------------------|-------|
| estado de diferentes sistemas | | | continuo como discreto | sistemas continuos y los sistemas discretos | Horas | 3 | | |
| | | Tema Modelado de sistemas mecánicos | Objetivo Obtener modelos matemáticos en espacio de estados tanto de sistemas mecánicos | Actividad Se modelan sistemas de 1o, 2o y 3er orden involucrando sistemas multi-masas. | Semana | 5 | | |
| | | | | | Ponderación | 6.25% | | |
| | | | | | Horas | 3 | | |
| | | Tema Modelado de sistemas eléctricos y electromecánicos | Objetivo Obtener modelos matemáticos en espacio de estados tanto de sistemas eléctricos como electromecánicos | Actividad Se modelan sistemas de 1o, 2o y 3er orden involucrando sistemas resistencia- capacitor. Se desarrolla el modelo en espacio de estados de sistemas electromecánicos como por ejemplo el de un motor de corriente directa. | Semana | 6 | | |
| | | | | | Ponderación | 6.25% | | |
| | | | | | Horas | 3 | | |
| | | Unidad III Controlabilidad y observabilidad Comprender, obtener y analizar la observabilidad y | Ponderación 18.75% | Tema Forma canónica controlable Matriz de controlabilidad Prueba de controlabilidad | Objetivo Identificar y determinar la forma canónica controlable. | Actividad Se da una explicación del concepto de controlabilidad Se dan ejemplo de sistemas controlables y no controlables Se obtiene la matriz de controlabilidad a partir del modelo en espacio de estados Los participantes realizan ejercicios de cálculo de la matriz de controlabilidad por medio de Matlab Se obtiene la matriz del sistema en la forma canónica controlable | Semana | 7 |
| | | | | | | | Ponderación | 6.25% |
| | | | | | | | Horas | 3 |
| Horas | Tema | | | Objetivo | Actividad | Semana | 8-9 | |
| | | | | | | Ponderación | 6.25% | |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--------------|---|
| controlabilidad de sistemas físicos | 9 | Forma canónica observable Matriz de Observabilidad Prueba de observabilidad | Obtener y analizar la forma canónica observable | Se da una explicación del concepto de observabilidad Se dan ejemplo de sistemas observables y no observables. Se obtiene la matriz de observabilidad a partir del modelo en espacio de estados Los participantes realizan ejercicios de cálculo de la matriz de observabilidad y controlabilidad de forma analítica y por medio de Matlab | | |
| | | | | | Horas | 6 |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--------------------|-------|
| Unidad IV Control por realimentación de estados Desarrollar controladores mediante la realimentación de estados | Ponderación | Tema | Objetivo | Actividad | Semana | 10y11 |
| | 25% | Retroalimentación por ubicación de polos | Comprender el efecto y como conseguir la reubicación de polos de un sistema | Se explica las leyes de control por retroalimentación | Ponderación | 12.5% |
| | | Análisis de controladores por ubicación de polos | | Se muestran los efectos producidos en la dinámica del sistema con la ubicación de los polos | Horas | 6 |
| | | Tema | Objetivo | Actividad | Semana | 12y13 |
| Horas 12 | Formula de Ackerman Acción integral | Comprender el efecto de retroalimentar los polos de un sistema | Se aplica la forma general de segundo orden para determinar la respuesta dinámica del sistema Se plantean el concepto y los efectos de los polos dominantes del sistema Se calcula la retroalimentación de estados para el sistema de control Se explica el efecto de la acción integral en la | Ponderación | 12.5% | |

| | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|--|---------------|----------------|
| | | | | respuesta estacionaria del sistema Se realizan ejercicios con cálculos de la retroalimentación de estados incluyendo la acción integral | Horas | 12.5 |
| Unidad V Observadores del estado y control por realimentación del estado observado Desarrollar controladores basado en variables observadas | Ponderación | Tema | Objetivo | Actividad | Semana | 14 y 15 |
| | 18.75% | Fundamentos de observadores | Diseñar observadores de estado para las variables que no son medibles | Se explica el concepto de observadores de estados | Ponderación | 12.5% |
| | | Cálculo de observadores de orden completo | | Se plantean ejercicios para el cálculo de observadores de orden completo | | |
| | | Cálculo de observadores de orden reducido | | Se plantean ejercicios para el cálculo de observadores de orden reducido | Horas | 6 |
| | Horas | Tema | Objetivo | Actividad | Semana | 16 |
| 9 | Compensadores basados en observadores | Diseñar e implementar controladores con observadores. | Se realizan ejercicios para la compensación de sistemas físicos | Ponderación | 6.25 | |
| | | | | Horas | 3 | |

VIII. Metodología y estrategias didácticas

Metodología Institucional:

- a) Elaboración de ensayos, monografías e investigaciones (según el nivel) consultando fuentes bibliográficas, hemerográficas y en Internet.
- b) Elaboración de reportes de lectura de artículos en lengua inglesa, actuales y relevantes.

Estrategias del Modelo UACJ Visión 2020 recomendadas para el curso:

- a) búsqueda, organización y recuperación de información;
- b) evaluación;
- c) investigación;
- d) meta cognitivas;
- e) problematización;
- f) trabajo colaborativo;
- g) aproximación empírica a la realidad;
- h) ejecución-ejercitación;
- i) elección;
- j) decisión;
- k) evaluación;
- l) experimentación.

Estrategias del Modelo UACJ Visión 2020 recomendadas para el curso:

1. aproximación empírica a la realidad
2. búsqueda, organización y recuperación de información
3. comunicación horizontal
4. descubrimiento
5. ejecución-ejercitación
6. elección, decisión
7. evaluación
8. experimentación
9. extrapolación y transferencia
10. investigación
11. planeación, previsión y anticipación
12. problematización

IX. Criterios de evaluación y acreditación

a) Institucionales de acreditación:

Acreditación mínima de 80% de clases programadas

c) Institucionales de acreditación:

Acreditación mínima de 80% de clases

programadas Entrega oportuna de trabajos

Calificación ordinaria mínima de

7.0 Permite examen único: no

d) Evaluación del curso

Acreditación de los temas mediante los siguientes porcentajes:

1. Participación en actividades de clase: 10%
2. Reportes de investigación: 20%
3. Proyectos: 50%
4. Examen o Proyecto final: 20%

| |
|--|
| |
|--|

X. Bibliografía

- K. Ogata, Modern Control Engineering, 5th Edition, Prentice Hall, 2010
- G. F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, 4th Edition, Prentice Hall, 2002
- F. Golnaraghi and B. Kuo, Automatic Control Systems, 10th Edition, McGrawhill, 2017.
- 4) Robert L. Williams II and Douglas A. Lawrence, Linear State-Space Control Systems. Copyright 2007 John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-471-73555-7

| |
|--|
| |
|--|

XI. Perfil deseable del docente

Doctor en ciencias en ingeniería de control o Doctor en ciencias en ingeniería mecatrónica, preferiblemente con conocimientos en sistemas de control.

XII. Institucionalización

Responsable del Departamento: Dr. Erwin Martinez Gomez
Coordinador/a del Programa: Dr. Delfino Cornejo Monroy
Fecha de elaboración: 16 de febrero de 2015
Elaboró: Dr. Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro
Fecha de rediseño: 16 de Junio del 2020
Rediseñó: Dr. Angel Flores Abad