



I. INFORMACIÓN GENERAL

CURSO	:	Ingeniería de Control 2
CÓDIGO	:	MC71
CICLO	:	202401
CUERPO ACADÉMICO	:	Inga Espinoza, Carlos Hernan Perea Fabian, Carlos Antonio Reyes Vasquez, Wilson Dennis Sobrado Malpartida, Eddie Angel
CRÉDITOS	:	4
SEMANAS	:	16
HORAS	:	2 H (Laboratorio) Semanal /3 H (Teoría) Semanal
ÁREA O CARRERA	:	Ingeniería Mecatrónica

II. MISIÓN Y VISIÓN DE LA UPC

Misión: Formar líderes íntegros e innovadores con visión global para que transformen el Perú.

Visión: Ser líder en la educación superior por su excelencia académica y su capacidad de innovación.

III. INTRODUCCIÓN

El curso de Ingeniería de Control 2 es un curso de especialidad de la carrera de ingeniería Mecatrónica y es de carácter teórico y práctico, en donde se estudia nuevas técnicas de modelamiento y control de sistemas. Hoy en día existen cada vez más sistemas con dinámicas más difíciles de controlarlas, en estos casos el enfoque de estudio desde el punto de teoría de control clásica que se estudia en el curso de Ingeniería de Control 1, no es suficiente. Para sistemas lineales o no lineales, variantes e invariantes, deben ser analizados bajo una teoría que permita obtener información suficiente del sistema como para poder gobernarlos y /o controlarlos. Se aprenderá a modelar sistemas físicos tales como los de naturaleza eléctrica, mecánica, hidráulico y térmico, en donde el concepto de variable de estado, es importante y trascendente, el cual nos permitirá modelar dinámica de sistemas mediante ecuaciones diferenciales de primer orden denominados MODELO de ESTADOS. Una vez entendido la modelación de sistemas bajo el enfoque de modelos de estados, se empleará herramientas de análisis y diseño de controladores en el dominio del tiempo. El curso de Ingeniería de control 2 permitirá tener competencias para diseñar controladores modernos que se emplean cada vez más en la industria. Dichos controladores son equipos electrónicos que reproducen el comportamiento matemático con el propósito de controlar a los sistemas que se ven en diversos ámbitos como: máquinas herramientas, telecomunicaciones, sistemas de potencia, robótica, entre otros. Este curso permite posteriormente tener una base para cursos como Robótica e ingeniería de control 3.

IV. LOGRO (S) DEL CURSO

Al finalizar el curso, el alumno diseñará y conducirá experimentos de sistemas de control en base a representaciones de espacio de estado, así como analizará e interpretará los resultados de sus experimentos. Diseña y simula sistemas de control en base a la realimentación de estados y los aplicará para modificar el

comportamiento dinámico de sistemas lineales satisfaciendo especificaciones dadas. Modela y simula sistemas en espacio de estados, utiliza claramente los conceptos de estabilidad, controlabilidad y observabilidad, y diseña controladores y observadores de estados para obtener un desempeño deseado de sistemas lineales. Usa software de simulación Matlab/Simulink para analizar y verificar la performance de los sistemas de control diseñados.

Competencia General Ciudadanía

Nivel 2

Definición:

Capacidad para evaluar el sentido ético de las acciones y decisiones en su relación con la convivencia humana en sociedades plurales y el respeto de los derechos y deberes ciudadanos.

ABET (7)

Nivel 2

Definición:

La capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.

V. UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD N°: 1 MODELAMIENTO DE SISTEMAS MEDIANTE ESPACIO DE ESTADOS Y ANÁLISIS DE SU RESPUESTA TEMPORAL

LOGRO

Al finalizar la unidad el estudiante modela sistemas físicos lineales mediante la representación en espacio de estado. Relaciona el modelo de E.E. con el de función de transferencia para obtener las propiedades del sistema. Analiza la estabilidad en E.E. Analiza la respuesta temporal de los sistemas representados en E.E. Verifica los resultados obtenidos mediante simulación en MATLAB/SIMULINK.

TEMARIO

Semanas: 1

Contenido (temario):

Modelamiento de sistemas físicos en base a espacio de estado.

Modelos en espacio de estado lineales Diagramas de Simulación de la representación en espacio de estado.

Solución de la ecuación de estado.

Función de transferencia a partir del modelo en espacio de estado.

Actividades de aprendizaje:

Exposición participativa

Evidencias de aprendizaje:

Ninguna

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semanas: 2

Contenido (temario):

Matriz de transición. Matriz Exponencial. Polos, ceros y valores propios.

Estabilidad a partir de la representación en espacio de estado.

Respuesta temporal de los sistemas a partir de su representación en espacio de estados.

Actividades de aprendizaje:

Participación individual y grupal en cálculos matemáticos que determinen modelos de sistemas.

Evidencias de aprendizaje:

Ninguna

Bibliografía: OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana : 3

Contenido (temario):

Transformaciones del modelo en espacio de estados.

Análisis de sistemas de lazo cerrado mediante la representación en espacio de estados. Ecuación de estado y de salida de sistemas de lazo cerrado.

Actividades de aprendizaje:

Participación grupal en el cálculo de respuestas en el tiempo de sistemas.

Empleo de software de simulación.

Evidencias de aprendizaje: Ninguno.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid: Pearson Educación.

Semanas: 4 Contenido (temario):

Formas Canónica Controlable.

Forma Canónica Observable.

Forma Canónica Modal. TB N°1. (Semana 4).

Actividades de aprendizaje:

Análisis mediante simulaciones del motor dc, levitación, péndulo invertido, grúa puente, tanque elevado sistema térmico o propuesto por el estudiante.

Evidencias de aprendizaje:

TB1 Análisis mediante simulaciones.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid: Pearson Educación.

HORA(S) / SEMANA(S)

1, 2, 3 y 4

UNIDAD N°: 2 DISEÑO DE CONTROLADORES MEDIANTE REALIMENTACIÓN DE ESTADOS

LOGRO

Al finalizar la unidad el alumno diseña sistemas de control mediante la realimentación de estados. Identifica la ley de control para su uso en la realimentación. Selecciona los polos adecuados de lazo cerrado para el diseño. Verifica los resultados obtenidos mediante simulación en MATLAB/SIMULINK.

TEMARIO

Semanas: 5 Contenido (temario):

Controlabilidad de sistemas.

Dedución de la condición de controlabilidad. Prueba de controlabilidad de sistemas.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal en cálculo de modelos matemáticos de estados.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguna Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 6 Contenido (temario): Realimentación de estados. Problema del regulador.

Ecuación de lazo cerrado del regulador usando realimentación de estados.

PC N°1.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal que determinen características transitorias y temporales de respuesta en el tiempo.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje:

PC1 Análisis mediante examen escrito de un sistema representado en modelo de estados.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 7 Contenido (temario):

Selección de Polos mediante los polinomios de Bessell y criterio ITEA.

Diseño de controladores usando ubicación de polos. Fórmula de Ackerman.

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia, cuando la planta no incluye integrador.

Ecuación de lazo cerrado del sistema de control de referencia con integrador en el control.

Sistemas de control con entradas de referencia.

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia sin integrador. Ecuación de lazo cerrado del sistema de control con referencia y sin integrador. Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia, cuando la planta incluye integrador. Ecuación de lazo cerrado del sistema de control de referencia con integrador. TB N°2

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal que diseñen controladores continuos por realimentación de estados.

Empleo de software para análisis y estudio de casos

Evidencias de aprendizaje:

TB2 Análisis mediante simulaciones.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana : 8 Contenido (temario):

Examen parcial

Actividades de aprendizaje:

Actividad individual

Evidencias de aprendizaje:

EA Resolución del primer examen

Bibliografía: OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

HORA(S) / SEMANA(S)

5, 6, 7 y 8

UNIDAD Nº: 3 DISEÑO DE OBSERVADORES DE ESTADOS, INTEGRACION DE CONTROLADORES Y OBSERVADORES

LOGRO

Al finalizar la unidad el estudiante diseña observadores de estado completo. Integra el observador al sistema de control. Comprueba el diseño independiente del controlador y el observador. Obtiene un equivalente de función de transferencia del sistema controlador observador. Verifica los resultados obtenidos mediante simulación en MATLAB/SIMULINK.

TEMARIO

Semanas: 9 Contenido (temario):

Diseño de un Diagrama de Gantt con entregables, indicadores de desempeño y cumplimiento de responsabilidades. Observabilidad de sistemas.

Dedución de la condición de observabilidad.

Prueba de observabilidad de los sistemas.

Observabilidad completa y parcial.

Diseño de observadores o estimadores de estados de orden completo.

El problema dual.

Integración en un sistema de control, del controlador y del observador de orden completo.

Diseño del regulador mediante realimentación de estados observados.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal diseñar observadores de estados.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguna

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 10 Contenido (temario):

Ecuación de lazo cerrado del regulador con observador; independencia de ambos diseños.

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia mediante realimentación de estados observados.

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia sin integrador y observador.

Ecuación de lazo cerrado del sistema de control de referencia sin integrador y observador.

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia, cuando la planta incluye integrador con observador.

Ecuación de lazo cerrado del sistema de control de referencia con integrador y observador.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal para enlazar observadores con controladores por realimentación de estados observados

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguna.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 11 Contenido (temario):

Diseño de controladores para sistemas con entradas de referencia sin integrador en la planta, donde se utiliza las variables de estado virtuales para la retroalimentación.

Actividades de aprendizaje: Tarea individual y grupal de diseño de controladores con acción integral y variables virtuales.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguna

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 12 Contenido (temario):

Diseño de observadores de orden reducido.

Laboratorio guiado.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal de diseño de observadores reducidos.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguno

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

HORA(S) / SEMANA(S)

9, 10, 11 y 12

UNIDAD N°: 4 DISEÑO DE CONTROLADORES Y OBSERVADORES MEDIANTE TECNICAS OPTIMALES.

LOGRO

Al finalizar la unidad el estudiante, diseña controladores y observadores de estado mediante la técnica de control optimal. Verifica los resultados obtenidos mediante simulación en MATLAB/SIMULINK.

TEMARIO

Semana: 13 Contenido (temario):

Introducción al control optimal.

Índices de performance.

Función de costo.

Problema del regulador lineal óptimo.

Solución del problema del regulador lineal óptimo.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual y grupal de diseño de controladores optimales continuos.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje: Ninguno.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 14 Contenido (temario):

Ecuación de Riccati. Características de la solución de la ecuación de Riccati.

Problema de sistemas con entrada de referencia, usando técnicas optimales.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual en cálculos de parámetros de la ecuación de Riccati.

Empleo de software para análisis y estudio de casos PC N°2.

Evidencias de aprendizaje:

PC2 Análisis mediante simulaciones de la respuesta en el tiempo de un sistema representado en modelo de estados con observador.

Resolución matemática del estudio de optimización.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 15 Contenido (temario):

Diseño de observadores optimales. Representación en espacio de estado de sistemas típicos no lineales.

Linealización de sistemas no-lineales representados en espacio de estado.

Problema del regulador para sistemas no-lineales. TB N°4.

Actividades de aprendizaje:

Tarea individual en diseñar observadores óptimos.

Empleo de software para análisis y estudio de casos.

Evidencias de aprendizaje:

TB4 Informe del diseño e simulación de un controlador continuo optimal sobre un sistema pequeño

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

Semana: 16 Contenido (temario):

Trabajo Final

Actividades de aprendizaje:

Actividad individual

Evidencias de aprendizaje:

TF Presentación del trabajo implementado de ingeniería de control 2

DD: Presentación del planeamiento del Trabajo Final, evaluación del Diagrama de Gantt y verificación del cumplimiento de responsabilidades programadas.

Bibliografía:

OGATA, Katsuhiko (2010) Ingeniería de control moderna. Madrid : Pearson Educación.

HORA(S) / SEMANA(S)

13, 14, 15 y 16

VI. METODOLOGÍA

El Modelo Educativo de la UPC asegura una formación integral, la cual tiene como pilar el desarrollo de competencias. Estas son promovidas a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante cumple un rol activo en su aprendizaje. En este proceso dinámico, las competencias son construidas a partir de la reflexión crítica, el análisis, la discusión, la evaluación, la exposición y la interacción con sus pares, y conectándolas con sus experiencias y conocimientos previos. Por ello, cada sesión está diseñada para ofrecer al estudiante diversas maneras de apropiarse y poner en práctica el nuevo conocimiento en contextos reales o simulados, reconociendo la importancia que esto tiene para su éxito profesional. En las sesiones de teoría y práctica, el profesor fomenta la participación activa en los estudiantes de manera individual o grupal en los laboratorios calificados. Durante éste hace uso intensivo del programa de simulación Matlab/Simulink para complementar los resultados teóricos desarrollados.

Durante las sesiones presenciales, el profesor revisará con los estudiantes los temas programados para la sesión y los guiará, en grupos o individualmente, en la resolución de ejercicios y en el avance de sus respectivos trabajos de simulación e implementación.

El curso considera 3 evaluaciones continuas que son 2 PL1 y un PC1 evaluado en 10 partes, un trabajo parcial simulado e implementado, un DD y un trabajo final simulado e implementado. La evaluación del curso se realiza de acuerdo con su programación.

El estudiante deberá dedicar al menos 10 horas para las lecturas y desarrollo de las actividades complementarias a la semana fuera del horario de clases.

VII. EVALUACIÓN

FÓRMULA

$$24\% (EA1) + 15\% (PC1) + 13\% (LB1) + 13\% (LB2) + 10\% (DD1) + 25\% (TF1)$$

TIPO DE NOTA	PESO %
PC - PRÁCTICAS PC	15
LB - PRACTICA LABORATORIO	13
EA - EVALUACIÓN PARCIAL	24
LB - PRACTICA LABORATORIO	13
DD - EVAL. DE DESEMPEÑO	10
TF - TRABAJO FINAL	25

VIII. CRONOGRAMA

TIPO DE PRUEBA	DESCRIPCIÓN NOTA	NÚM. DE PRUEBA	FECHA	OBSERVACIÓN	RECUPERABLE
PC	PRÁCTICAS PC	1	SEM 06		SÍ
LB	PRACTICA LABORATORIO	1	SEM 06		NO
EA	EVALUACIÓN PARCIAL	1	SEM 08		SÍ
LB	PRACTICA LABORATORIO	2	SEM 14		NO
DD	EVAL. DE DESEMPEÑO	1	SEM 14		NO
TF	TRABAJO FINAL	1	SEM 16		NO

IX. BIBLIOGRAFÍA DEL CURSO

https://upc.alma.exlibrisgroup.com/leganto/readinglist/lists/10443346330003391?institute=51UPC_INS&auth=LOCAL

ANEXO

En este anexo, se encuentran los reglamentos que todo alumno está obligado a leer y a cumplir en su rol de estudiante universitario en la UPC.

REGLAMENTO DE DISCIPLINA DE ALUMNOS :

<https://sica.upc.edu.pe/categoria/reglamentos-upc/sica-reg-26-reglamento-de-disciplina-de-alumnos>

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN E INTERVENCIÓN EN CASOS DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL- UPC:

<https://sica.upc.edu.pe/categoria/normalizacion/sica-reg-31-reglamento-para-la-prevencion-e-intervencion-en-casos-de-hostiga>