

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA

MODALIDAD PRESENCIAL

SILABO POR COMPETENCIAS

CURSO: TEORÍA DE CONTROL

HUACHO 2026

I. DATOS GENERALES

Línea de Carrera	Modelamiento Matemático.
Semestre Académico	2026 - I
Código del Curso	501
Crédito	04
Horas Semanales	Hrs. Totales 05 Teóricas 03 Prácticas 02
Ciclo	X ciclo
Sección	Única
Apellidos y Nombre del Docente	Santa Cruz Alvites, Jorge Israel
Correo Institucional	jsantacruz@unjfsc.edu.pe
No. de Celular	940164395

II. SUMILLA DEL CURSO

Sistemas de control, modelos matemáticos de los sistemas de control, mecánicos eléctricos, fluidos térmicos, biológicos económicos, políticos, sociales, estabilidad de los sistemas de control, tipos de controladores,

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDACTICA	SEMANA
I	Analiza y aplica los principios del cálculo variacional en contextos reales para formular y resolver problemas de optimización funcional, reconociendo el comportamiento de las trayectorias óptimas mediante la igualdad de Euler-Lagrange, considerando las condiciones finales y las distintas formas de optimalidad.	REPASO DEL CALCULO DE VARIACIONES	1-4
II	Analiza y aplica el principio del máximo de Pontryagin y la formulación del Hamiltoniano en la resolución de problemas de control óptimo en tiempo continuo, utilizando métodos del cálculo variacional y herramientas del análisis funcional, para modelar y optimizar sistemas dinámicos.	CONTROL OPTIMO EN TIEMPO CONTINUO	5-8
III	Relaciona los fundamentos del cálculo de variaciones con el análisis de problemas de control óptimo en tiempo continuo, aplicando el principio del máximo generalizado de Pontryagin y el enfoque Bang-Bang mediante el uso del Hamiltoniano, para modelar y resolver situaciones reales que requieren decisiones discretas y óptimas bajo restricciones dinámicas.	RELACIÓN ENTRE CÁLCULO DE VARIACIONES, CONTROL ÓPTIMO, BANG-BANG Y PRINCIPIO DEL HAMILTONIANO	9-12
IV	Formula y analiza problemas de control óptimo en tiempo discreto, estructurando modelos dinámicos con restricciones, funciones de costo y condiciones de optimalidad, para resolver situaciones reales mediante técnicas de programación dinámica y principios de decisión secuencial.	CONTROL OPTIMO EN TIEMPO DISCRETO	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO.

Semana	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Identifica los elementos fundamentales del cálculo variacional y su relación con problemas de optimización funcional.
2	Aplica la ecuación de Euler-Lagrange para determinar trayectorias óptimas en problemas con condiciones iniciales y finales definidas.
3	Interpreta soluciones variacionales en escenarios reales vinculados a sistemas físicos, económicos o biológicos.
4	Resuelve correctamente problemas funcionales aplicando cálculo variacional.
5	Relaciona los resultados obtenidos con situaciones reales de control dinámico.
6	Formula el Hamiltoniano de un sistema de control óptimo en tiempo continuo, identificando correctamente las variables de estado, control y coestado.
7	Aplica el principio del máximo de Pontryagin para determinar condiciones necesarias de optimalidad en problemas con restricciones dinámicas y condiciones finales.
8	Resuelve problemas de control óptimo utilizando métodos variacionales, justificando cada paso del procedimiento matemático con base teórica.
9	Interpreta el significado físico y funcional de las trayectorias óptimas obtenidas, relacionándolas con situaciones reales problemas físicos, biológicos, económicos, sociales.
10	Evalúa la validez de las soluciones propuestas mediante análisis funcional, verificando la consistencia de las condiciones de frontera y la optimalidad del control.
11	Identifica condiciones de optimalidad en sistemas de control con restricciones, aplicando el principio del máximo generalizado de Pontryagin.
12	Formula el Hamiltoniano de sistemas con controles discretos, reconociendo cuándo se presenta una estructura Bang-Bang en la solución.
13	Resuelve problemas de control óptimo, justificando el uso de técnicas variacionales y el comportamiento del control.
14	Modela sistemas dinámicos en tiempo discreto, identificando variables de estado, control y restricciones.
15	Discute la solución de problemas de control óptimo mediante la programación dinámica.
16	Aplica principios de programación dinámica para resolver problemas de control óptimo en tiempo discreto, interpretando las decisiones óptimas en cada etapa del proceso.

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I. Analiza y aplica los principios del cálculo variacional en contextos reales para formular y resolver problemas de optimización funcional, reconociendo el comportamiento de las trayectorias óptimas mediante la igualdad de Euler-Lagrange, considerando las condiciones finales en distintas formas de optimalidad..

SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA PRESENCIAL	INDICADORES DEL LOGRO CAPACIDAD
	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	<ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza del Problema Variacional y Formulación de Funcionales • Derivación y Aplicación de la Ecuación de Euler-Lagrange • Condiciones de Optimalidad y Análisis de Trayectorias. • Problemas Variacionales con Restricciones y Contextos Reales 	<p>Identifica las funcionales y los espacios topológicos.</p> <p>Identifica que el tiempo más corto en recorrer un espacio no es la línea recta, si no la curva.</p> <p>Soluciona problemas de optimización funcional aplicando la ecuación de Euler.</p> <p>Condiciones necesarias de primer orden y de segundo orden de la ecuación de Euler..</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comparte conocimientos con su equipo de trabajo en el aula. <p>Participa en las clases y cumple con la entrega de sus cuestionarios</p>	<p>Desarrollar pensamiento matemático riguroso.</p> <p>Formula la construcción colectiva del conocimiento.</p> <p>Promueve el aprendizaje colaborativo</p> <p>Utiliza software en la solución de problemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Participa con preguntas en clase • Entrega sus trabajos y cuestionarios en los plazos indicados. • Participa en clase, dando aportes y realizando preguntas.
		EVIDENCIAS DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
	Participación en clase, evaluación escrita, desarrollo de cuestionarios	Entrega de cuestionarios y trabajos vía presencial y en el aula virtual		Cumple con la entrega de los cuestionarios, trabajos y evaluaciones en forma presencial.	

UNIDAD DIDÁCTICA II: CONTROL OPTIMO EN TIEMPO CONTINUO	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II : Analiza y aplica el principio del máximo de Pontryagin y la formulación del Hamiltoniano en la resolución de problemas de control óptimo en tiempo continuo, utilizando métodos del cálculo variacional y herramientas de l análisis funcional, para modelar y optimizar sistemas dinámicos					
	SEM.	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA PRESENCIAL	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	<ul style="list-style-type: none"> Planteamiento del problema de control óptimo en tiempo continuo 	Identifica las funcionales de: estado y de control para formular el funcional objetivo. El problema de control óptimo, como funcional objetivo en la forma de: <ul style="list-style-type: none"> Bolza. Lagrange. Mayer. 	<ul style="list-style-type: none"> Asume <i>una actitud crítica en el desarrollo de un problema</i> Comparte conocimientos con su equipo de trabajo. Participa en las clases presenciales y con la entrega de cuestionarios y evaluaciones escritas. 	Dividir el contenido en: Cálculo variacional Análisis funcional básico Formulación del Hamiltoniano • Principio de Pontryagin. Aplicación a sistemas dinámicos.	<ul style="list-style-type: none"> Participa con preguntas en el aula. Entrega sus trabajos y cuestionarios en los plazos indicados. Participa en clase, dando aportes y realizando preguntas.
	2	<ul style="list-style-type: none"> Diferentes formas que puede tener el funcional objetivo. El principio del Máximo de PONTYAGIN 	Aplicando el Hamitoniano determinar el principio de PONTYAGIN. <ul style="list-style-type: none"> Condiciones para determinar el máximo o el mínimo de la funcional.. 			
	3	<ul style="list-style-type: none"> Condiciones suficientes de MANGASARIAN 				
	4					
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD						
EVIDENCIAS DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIAS DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
Participación en clase presencial, desarrollo de cuestionarios en el salón de clase.		Entrega de cuestionarios y trabajos vía presencial y en la plataforma virtual		Cumple con la entrega de los cuestionarios, trabajos y evaluaciones.		

UNIDAD DIDÁCTICA III: RELACIÓN ENTRE CÁLCULO DE VARIACIONES, CONTROL ÓPTIMO, BANG-BANG Y PRINCIPIO DEL HAMILTONIANO	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA III: Relaciona los fundamentos del cálculo de variaciones con el análisis de problemas de control óptimo en tiempo continuo, aplicando el principio del máximo generalizado de Pontryagin y el enfoque Bang-Bang mediante el uso del Hamiltoniano.					
	SEM.	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA PRESENCIAL	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	Fundamentos del cálculo de variaciones	Formular problemas de control óptimo desde situaciones reales	Rigor y precisión en análisis matemático.	Modelación de Casos Reales con Decisiones Óptimas. Resolución Guiada de Problemas con principio lógico Promueve el aprendizaje activo y exploratorio. Desarrolla pensamiento crítico y actitud responsable	Formula modelos matemáticos de control óptimo en tiempo continuo. Aplica el principio del máximo de Pontryagin y construye el Hamiltoniano. Diseña estrategias de control Bang-Bang en contextos discretos. Evalúa críticamente la validez y aplicabilidad de los modelos propuestos
	2	Control óptimo en tiempo continuo	Construir el Hamiltoniano y aplicar el principio de Pontryagin.	Interés en aplicar herramientas abstractas a contextos reales.		
	3	Principio del máximo de Pontryagin.	Diseñar controles Bang-Bang en escenarios discretos	Responsabilidad en la toma de decisiones óptimas		
	4	Representación de sistemas reales mediante ecuaciones diferenciales y condiciones de frontera.	Resolver problemas mediante simulación o análisis analítico.	Colaboración interdisciplinaria.		
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD					
EVIDENCIAS DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIAS DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
Participa en clase presencial. Desarrolla cuestionarios en el salón de clase.		Entrega de cuestionarios y trabajos.		Cumple con la entrega de los cuestionarios, trabajos y evaluaciones.		

UNIDAD DIDÁCTICA IV: CONTROL ÓPTIMO EN TIEMPO DISCRETO	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Formula y analiza problemas de control óptimo en tiempo discreto, estructurando modelos dinámicos con restricciones, funciones de costo y condiciones de optimalidad, para resolver situaciones reales mediante técnicas de programación dinámica y principios de decisión secuencial.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA PRESENCIAL	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	Modelos dinámicos en tiempo discreto.	Formulación de modelos dinámicos con restricciones.	Rigor y precisión en la formulación matemática.	Resolver problemas aplicando conceptos de control óptimo. discutir modelos de control y aplicar técnicas. De solución. Se forman equipos de trabajo y construir modelos dinámicos.	Formula modelos dinámicos con restricciones adecuadas a contextos reales. Resuelve problemas de control óptimo en tiempo discreto. interpreta resultados y propone ajustes cuando es necesario.
	2	Funciones de costo y criterios de optimalidad.	Construcción de funciones de costo adecuadas al contexto.	Compromiso con la solución de problemas reales.		
	3	Restricciones de estado, control y trayectoria; su formulación y efectos sobre la solución óptima.	Aplicación de programación dinámica para resolver problemas.	Pensamiento crítico frente a decisiones secuenciales.		
	4	Principio de optimalidad de Bellman, recursividad y estrategias de solución por etapas.	Validación y análisis de soluciones óptimas	Colaboración y apertura al aprendizaje interdisciplinario		
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD					
	EVIDENCIAS DE CONOCIMIENTOS	DE	EVIDENCIAS DE PRODUCTO	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
	Participación en clase, desarrollo de cuestionarios.		Entrega de cuestionarios y trabajos en el aula de clase.	Cumple con la entrega de los cuestionarios, trabajos y evaluaciones.		

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Se utilizarán todos los materiales y recursos requeridos de acuerdo a la naturaleza de los temas programados serán

1. MEDIOS Y MATERIALES PRESENCIALES

- Casos prácticos.
- Pizarra en el salón de clase.
- Repositorio de datos

2. MEDIOS INFORMATICOS

3.

- Computadora
- Celulares.
- Internet
- Software matemático

VII. EVALUACIÓN:

La evaluación es inherente al proceso de aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

1. Evidencia de conocimiento.

La evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a situaciones, etc.

En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y sus fortalezas para corregir o mejorar.

Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

2. Evidencia de desempeño

Esta evidencia pone en razón recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en tanto a como se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

3. Evidencia de producto

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y del trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30% de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDACTICAS LLAMADAS MODULOS
Evaluación de Conocimientos	30%	El Ciclo Académico Comprende 4
Evaluación de Productos	35%	
Evaluación de desempeño	35%	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4)

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

VIII. BIBLIOGRAFÍA

8.1. PRIMER MODULO

8.1.1. Fuentes Bibliográficas.

1. KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna. PEARSON – Colombia 2012.
2. JUAN MARTIN GARCIA, Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas.
3. **MALINIETSKI GUEORGUI GUENÁDIEVICH, Fundamentos matemáticos de la cinética: caos, estructuras y simulación por ordenador. Serie cinética: del pasado al futuro. Edit. URSS Moscú, 2005**
4. JOSE ALONSO ESPARZA ORTIZ, Modelización Matemática, Principios y Aplicación. BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; EDITADA 2015.
5. VICTOR MANUEL, HERNÁNDEZ GUZMAN, Control Automático, Instituto Politécnico Nacional Méjico, Edición 2013.
6. **Emilio Cerda Tena, Optimización Dinámica, Editorial ALFAOMEGA- 2012**

8.1.4. Fuentes Electrónicas.

1. <https://www.youtube.com/watch?v=gxPDmApX VA>

8.2. MODULO II

8.2.1. Fuentes Documentales

KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna. PEARSON – Colombia 2012

E. ESPINOZA R., Transformada de Laplace, Impreso en el Perú

NEGLE SOFF SNIDER, Ecuaciones diferenciales y Problemas en la Frontera, PEARSON, 2010

8.2.2. Fuentes Bibliográfica

KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna. PEARSON – Colombia 2012.

JORGE A. PÉREZ ALCÁZAR, Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos. EAN Ediciones- 2018.

M BRAUMN, Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamericana- 1990

DONAL E KIRK, OPTIONAL CONTROL THEORY AN INTRODUCTION, Manufactured in the United States of America. 1998.

Emilio Cerda Tena, Optimización Dinámica, Editorial ALFAOMEGA- 2012

.MODULO III

8.2.3. Fuentes Documentales

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6863/Yunier%20Valeriano%20Medina.pdf?sequence=1&isAllo>

8.2.4. Fuentes Bibliográficas

Emilio Cerda Tena, Optimización Dinámica, Editorial ALFAOMEGA- 2012

KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna. PEARSON – Colombia 2012

8.3. MODULO IV

8.3.1. Fuentes Documentales

STEVEN T. KARRIS, Introduction to Simulink with Engeneering Aplications, Orchard Publications, 2006

8.3.2. Fuentes Bibliográficas

Emilio Cerda Tena, Optimización Dinámica, Editorial ALFAOMEGA- 2012

KATSUHIKO OGATA, Ingeniería de Control Moderna. PEARSON – Colombia 2012

8.3.3. Fuentes Hemerográficas

8.3.4. Fuentes Electrónicas

HAROLD KLEE, RANDOL ALLEN, Simulation of Dynamic Systems with Matlab and Simulink, CRC PRESS Taylor & FRANCIS GROUP. 2018

IX. **PROBLEMAS QUE EL ESTUDIANTE RESOLVERA AL FINALIZAR EL CURSO**

MAGNITUD CAUSAL OBJETO DEL PROBLEMA	ACCIÓN METRICA DE VINCULACIÓN	CONCECUENCIA METRICA VINCULANTE DE LA ACCIÓN
Se evidencia que el 50% de estudiantes desconoce la teoría de control y su comportamiento dinámico.	Explicar correctamente el comportamiento de la teoría de control, la ecuación de Euler-Lagrange y el hamiltoniano.	Se obtiene estudiantes diestros en la interpretación de la teoría de control interpretando diversos modelos matemáticos.
Establecer la interpretación de la teoría de control aplicando ecuaciones diferenciales y los	Construir una adecuada interpretación de las derivadas, las ecuaciones diferenciales	Los estudiantes interpretan las derivadas y las ecuaciones diferenciales como un proceso de cambio

sistemas de ecuaciones diferenciales.	y las ecuaciones en diferencia.	aplicando en la teoría de control.
Tiene dificultad para interpretar: problemas, en los que se encuentran funciones de estado, de control y funciones de coestado.	Desarrolla habilidades para interpretar problemas aplicados a la: físicos, eléctricos, mecánicos, económicos, hidráulicos y neumáticos	Soluciona correctamente problemas, físicos, eléctricos, mecánicos, económicos, hidráulicos y neumáticos, aplicando teoría de control.
No conoce software matemático para desarrollar problemas de teoría de control.	Interpreta el Matlab, Simulink, GeoGebra y los diagramas de bloques	Soluciona problemas de simulación aplicando software matemático.

Huacho, marzo 2026



Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"

Santa Cruz Alvites, Jorge Israel

DNQ 321