

**TEORÍA DE CONTROL 2
2024-1**

I. INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|------------------|---|
| CURSO | TEORÍA DE CONTROL 2 |
| CLAVE | 1IEE22 |
| CRÉDITOS | 4.5 |
| HORAS DE DICTADO | CLASE: 4 Semanal LABORATORIO: 2 Quincenal EXAMEN: |
| HORARIO | 0821 |
| PROFESORES | CELSO DE LA CRUZ CASAÑO |

II. PLANES CURRICULARES DONDE SE DICTA EL CURSO

| ESPECIALIDAD | ETAPA | NIVEL | CARÁCTER | REQUISITOS |
|------------------------|----------------------|-------|-------------|---------------------------------|
| INGENIERÍA ELECTRÓNICA | PREGRADO EN FACULTAD | 8 | OBLIGATORIO | 1IEE18 TEORÍA DE CONTROL 1 [07] |

Tipos de requisito

- 04 = Haber cursado o cursar simultáneamente
- 05 = Haber aprobado o cursar simultáneamente
- 06 = Promedio de notas no menor de 08
- 07 = Haber aprobado el curso

III. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Este curso es parte del área curricular de Robótica, Control y Automatización y aporta a las siguientes competencias:

1. Reflexiona éticamente sobre sus aprendizajes para tomar decisiones de índole personal, académica y profesional, y continuar aprendiendo a lo largo de la vida.
2. Comunica efectivamente información de proyectos e investigaciones de forma oral, escrita y gráfica para ser comprendida por todo tipo de público.
3. Aplica conocimientos de ciencias e ingeniería para el análisis, diseño, simulación, implementación y validación de sistemas electrónicos, eléctricos, de control y basados en computadoras, al desarrollar actividades de producción y servicios.
4. Desarrolla soluciones de ingeniería electrónica, aplicando sus conocimientos de ciencias e ingeniería, así como recursos de investigación, para satisfacer necesidades, dentro de restricciones realistas de tipo económico, ético, ambiental, social, de salud y seguridad.
6. Propone emprendimientos personales o grupales como parte importante de su desarrollo profesional, de forma ética y eficaz con énfasis en soluciones creativas e innovadoras.

IV. SUMILLA

Es un curso teórico-práctico que aporta al desarrollo de la competencia Reflexión sobre su aprendizaje, Comunicación efectiva, Aplicación de conocimientos de ciencias e ingeniería en electrónica, Desarrollo de proyectos bajo condiciones reales y Propuestas de Emprendimientos del perfil de egreso. El curso aborda los métodos de análisis y diseño de sistemas de control en tiempo continuo, empleando técnica de espacio-estado y también el análisis, diseño y simulación de los sistemas en tiempo discreto. El curso incluye los siguientes temas: diseño de sistemas de control con variables de estado, introducción a los sistemas de control digital, discretización de sistemas de continuos, modelo en el espacio de estados de sistemas discretos, análisis de estabilidad de los sistemas discretos, diseño de sistemas de control digital y métodos de diseño en el espacio de estados.

V. OBJETIVOS

El curso contribuye al logro de los siguientes Resultados de Aprendizaje:

RA1: Proponer un modelo continuo en el dominio de espacio de estados para una planta o proceso, que sea verificado mediante simulaciones con el software Matlab-Simulink.

RA2: Diseñar sistemas de control lineales continuos de regulación y seguimiento; y diseño de observadores mediante la técnica de ubicación de polos, basados en la teoría de control moderna y con el uso del software Matlab-Simulink.

RA3: Proponer un modelo discreto en Función de Transferencia Z para una planta o proceso, que sea verificado mediante simulaciones con el software Matlab-Simulink.

RA4: Diseñar sistemas de control digital mediante la técnica del lugar de las raíces y respuesta en frecuencia, con el uso del software Matlab-Simulink.

RA5: Diseñar sistemas de control y observadores lineales discretos mediante la técnica de ubicación de polos, basados en la teoría de control moderna y con el uso del software Matlab-Simulink.

RA6: Desarrolla informes orales y escritos donde se expliquen claramente y con fundamento los procedimientos de análisis y diseño realizados con terminología acorde al público al que van dirigidos.

VI. PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN AL CONTROL MODERNO (2 horas)

- 1.1 Comparación de Teoría de Control Moderna con la Teoría de Control Clásica.
- 1.2 Comprensión de conceptos básicos y definición de estado.

UNIDAD 2 REPRESENTACIÓN EN EL ESPACIO - ESTADO DE SISTEMAS DINÁMICOS (10 horas)

- 2.1 Modelamiento de Espacio - Estado.
- 2.2 Diagramas de simulación.
- 2.3 Relación entre modelo de Estado y Función Transferencia.
- 2.4 Desarrollo de Ecuación Característica y Valores propios.
- 2.5 Solución de Ecuación de Estado.
- 2.6 Formas canónicas

UNIDAD 3 DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL EMPLEANDO LA TEORÍA DE ESPACIO ESTADO (16 horas)

- 3.1 Introducción al control empleando la teoría de espacio estado.
- 3.2 Definición de controlabilidad y observabilidad
- 3.3 Diseño de ubicación de polos
- 3.4 Diseño de observadores Lineales
- 3.5 Diseño de sistemas de seguimiento cuando la planta contiene integrador.
- 3.6 Diseño de sistemas de seguimiento agregando integrador.

UNIDAD 4 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL (2 horas)

- 4.1 Conceptos preliminares de los sistemas de control digital.
- 4.2 Funcionamiento del control de lazo digital y dispositivos.

UNIDAD 5 SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO (2 horas)

- 5.1 Ecuaciones de diferencia
- 5.2 Introducción a la Transformada - Z
- 5.3 Transformada Inversa - Z y métodos de obtención.
- 5.4 Relación entre el plano-s y el plano-z.
- 5.5 Modelamiento del muestreador ideal
- 5.6 Estudio del espectro de Frecuencia del muestreo.
- 5.7 Reconstrucción de datos y retenedores.

UNIDAD 6 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA - Z (2 horas)

- 6.1 Función de Transferencia-Z de un elemento descrito por ecuaciones de diferencia.
- 6.2 Función de Transferencia-Z de un elemento con muestreador.
- 6.3 Función de transferencia Z del Sistemas de Control de Lazo Abierto y Lazo Cerrado con muestreadores.

UNIDAD 7 RESPUESTA EN EL TIEMPO DE LOS SISTEMAS DISCRETOS (4 horas)

- 7.1 Análisis de la respuesta en el tiempo de sistemas discretos.
- 7.2 Cálculo del error en Estado Estable.

UNIDAD 8 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DISCRETOS (4 horas)

- 8.1 Concepto de Estabilidad.
- 8.2 La Transformación Bilineal y el Criterio de Estabilidad de Routh-Hurwitz.
- 8.3 Método del Lugar de las Raíces.
- 8.4 El Criterio de Nyquist.
- 8.5 El Diagrama de Bode.

UNIDAD 9 DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL (6 horas)

- 9.1 Introducción al diseño de los sistemas de control digital.
- 9.2 Rediseño digital de controladores analógicos.
- 9.3 Diseño de controladores digitales en el dominio de la frecuencia.
- 9.4 Desarrollo de algoritmos de control.

UNIDAD 10 MODELO EN EL ESPACIO DE ESTADOS DE SISTEMAS DISCRETOS (4 horas)

- 10.1 Definición de variables de estados discretos.
- 10.2 Diagramas de simulación.
- 10.3 Modelo de espacio-estado discreto de la planta.
- 10.4 Modelo de espacio-estado de sistemas discretos que contienen elementos discretos y continuos.

UNIDAD 11 MÉTODO DE DISEÑO EN EL ESPACIO - ESTADO DE SISTEMAS DISCRETOS (4 horas)

- 11.1 Introducción al diseño en espacio-estado.
- 11.2 Diseño por ubicación de polos.
- 11.3 Observadores de orden completo.
- 11.4 Diseño de sistemas de seguimiento.

VII. METODOLOGÍA

El curso se desarrolla mediante una combinación de clases teóricas y prácticas donde se usan herramientas de simulación para exponer el funcionamiento de las plantas y sistemas de control en desarrollo. Los alumnos realizarán trabajos individuales en laboratorios con el uso del software Matlab-Simulink que les permitirá modelar una planta o proceso en el dominio de espacio de estados continuo y discreto, y diseñar sistemas de control y observadores lineales en el dominio de espacio de estados continuo y discreto. También, los alumnos podrán modelar y diseñar sistemas de control discretos basados en función de transferencia Z.

Las evaluaciones se realizarán en 5 laboratorios, cada laboratorio tendrá una prueba de entrada que evaluará los conocimientos relacionados, una evaluación de desempeño que consistirá en la resolución de un problema propuesto y un informe de laboratorio en base a otro problema propuesto. Además, se evaluarán los conceptos teóricos a través de 2 exámenes que consistirán en cuestionarios con problemas propuestos que los estudiantes deberán resolver en un tiempo especificado.

La comunicación con los estudiantes en horas asíncronas se dará a través de aplicaciones de chat y correo electrónico.

VIII. EVALUACIÓN

Sistema de evaluación

| Nº | Codigo | Tipo de Evaluación | Cant. Eval. | Forma de aplicar los pesos | Pesos | Cant. Eval. Eliminables | Consideraciones adicionales | Observaciones |
|----|--------|--------------------|-------------|----------------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|---|
| 1 | Pb | Práctica tipo B | 5 | Por Promedio | Pb=40 | 0 | | Laboratorios quincenales síncronos. Se evalúan: RA1, RA2, RA3, RA4 y RA6. |

| | | | | | | | | |
|---|----|--------|---|----------------|------------------|--|--|--|
| 2 | Ex | Examen | 2 | Por Evaluación | Ex1=30 Ex2=30 | | | Evaluación a través de un cuestionario personal. Se evalúan: RA1, RA2, RA3, RA4 y RA5. |
|---|----|--------|---|----------------|------------------|--|--|--|

Modalidad de evaluación: 2

Fórmula para el cálculo de la nota final

$$(40Pb + 30Ex1 + 30Ex2) / 100$$

Aproximación de los promedios parciales No definido

Aproximación de la nota final No definido

IX. BIBLIOGRAFÍA

Referencia obligatoria

- Libro
Åström, Karl J. (Karl Johan), 1934-
1997
Computer-controlled systems : theory and design
Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1997
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:188593/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:188593/one)
- Libro
Dorf, Richard C.
2005
Sistemas de control moderno
Madrid : Pearson Educación, 2005.
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:403642/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:403642/one)
- Libro
Franklin, Gene F.
1998
Digital control of dynamic systems
Menlo Park, CA : Addison Wesley Longman, 1998.
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:387178/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:387178/one)
- Libro
Franklin, Gene F.
2002
Feedback control of dynamic systems
Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2002
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:381473/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:381473/one)
- Libro
Ogata, Katsuhiko.
2010
Ingeniería de control moderna [recurso electrónico]
Madrid: Pearson, 2010.
[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:552234/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:552234/one)
- Libro

Ogata, Katsuhiko.

1996

Sistemas de control en tiempo discreto

México, D.F. : Prentice Hall, 1996.

[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:66675/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:66675/one)

- Libro

Phillips, Charles L.

1995

Digital control system analysis and design

Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, 1995

[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:68861/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:68861/one)

- Libro

Phillips, Charles L.

1996

Feedback control systems

Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1996

[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:66601/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:66601/one)

- Libro

Vaccaro, Richard J.

1995

Digital control : a state-space approach

New York : McGraw-Hill, 1995

[https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:66604/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:66604/one)

X. POLÍTICA CONTRA EL PLAGIO

Para la corrección y evaluación de todos los trabajos del curso se va a tomar en cuenta el debido respeto a los derechos de autor, castigando severamente cualquier indicio de plagio con la nota CERO (00). Estas medidas serán independientes del proceso administrativo de sanción que la facultad estime conveniente de acuerdo a cada caso en particular. Para obtener más información, referirse a los siguientes sitios en internet

www.pucp.edu.pe/documento/pucp/plagio.pdf