



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**LICENCIATURA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES,**  
**SISTEMAS Y ELECTRÓNICA**



<b>DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA:</b>				
Ingeniería de Control				
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>				
MODALIDAD: Curso				
TIPO DE ASIGNATURA: Teórico – Práctica				
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Sexto				
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria				
NÚMERO DE CRÉDITOS: 10				
HORAS DE CLASE A LA SEMANA: 6	Teóricas: 4	Prácticas: 2	Semanas de clase: 16	TOTAL DE HORAS: 96
SERIACIÓN INDICATIVA ANTECEDENTE: Análisis de Señales y Sistemas				
SERIACIÓN OBLIGATORIA SUBSECUENTE: Sistemas de Datos Muestreados				

**OBJETIVO GENERAL**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de comprender los principales métodos de análisis y diseño de los sistemas de control de tiempo continuo.

<b>ÍNDICE TEMÁTICO</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Horas Teóricas</b>	<b>Horas Prácticas</b>
1	Introducción a los sistemas de control	8	4
2	Análisis de estabilidad	8	4
3	Análisis del lugar geométrico de las raíces	8	4
4	Análisis de respuesta en el tiempo	8	4
5	Análisis de respuesta en frecuencia de sistemas de control	8	4
6	Acciones básicas de control y compensación utilizando controladores	10	8
7	Análisis de Sistemas Continuos mediante variables de estado	10	4
8	Análisis de estabilidad de Liapunov	4	
	Total de Horas	64	32
	Suma Total de las Horas	96	

## CONTENIDO TEMÁTICO

---

### 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

- 1.1. Definiciones básicas de sistemas de control.
  - 1.1.1. Planta.
  - 1.1.2. Proceso.
  - 1.1.3. Perturbación.
  - 1.1.4. Control realimentado.
  - 1.1.5. Sistemas de control de procesos.
- 1.2. Sistemas de control de lazo abierto y sistemas de control de lazo cerrado.
  - 1.2.1. Ventajas y desventajas de los sistemas de lazo abierto y lazo cerrado.
- 1.3. Representación de sistemas mediante diagramas de bloques.
  - 1.3.1. Reglas para la reducción de diagramas de bloques.
  - 1.3.2. Obtención de la función de transferencia en el dominio de Laplace a través de diagramas de bloques.
- 1.4. Representación de sistemas mediante reogramas.
  - 1.4.1. Analogías de diagramas de bloques con reogramas.
  - 1.4.2. Fórmula de Mason para reducción de reogramas.
  - 1.4.3. Obtención de la función de transferencia en el dominio de Laplace a través de reogramas.
- 1.5. Solución a través de herramientas y simuladores computacionales.

### 2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

- 2.1. Concepto de estabilidad.
  - 2.1.1. Sistema estable.
  - 2.1.2. Sistema marginalmente estable.
  - 2.1.3. Sistema inestable.
- 2.2. Grados de estabilidad.
  - 2.2.1. Estabilidad absoluta.
  - 2.2.2. Estabilidad relativa.
- 2.3. Técnicas de análisis de estabilidad.
  - 2.3.1. Criterio de Routh – Hurwitz.
  - 2.3.2. Criterio de Nyquist.
  - 2.3.3. Análisis por diagramas de Bode: Margen de ganancia y margen de fase.
  - 2.3.4. Análisis por diagramas de Nichols.
- 2.4. Solución a través de herramientas y simuladores computacionales.

### 3. ANÁLISIS DE LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES

- 3.1. Definición de lugar geométrico de las raíces.
- 3.2. Condiciones de magnitud y de ángulo.
- 3.3. Reglas para el trazado del lugar geométrico de las raíces.
- 3.4. Análisis de sistemas de control empleando lugar geométrico de las raíces (LGR).
- 3.5. Compensación empleando técnicas de LGR.
- 3.6. Solución a través de herramientas y simuladores computacionales.

#### **4. ANÁLISIS DE RESPUESTA EN EL TIEMPO**

- 4.1. Análisis de sistemas de primero y segundo grado en el dominio de Laplace.
  - 4.1.1. Respuesta en el tiempo a través de fracciones parciales y antitransformada de Laplace.
  - 4.1.2. Respuesta transitoria.
  - 4.1.3. Respuesta permanente.
- 4.2. Análisis de error en estado estable.
  - 4.2.1. Coeficiente de error estático de posición.
  - 4.2.2. Coeficiente de error estático de velocidad.
  - 4.2.3. Coeficiente de error estático de aceleración.
- 4.3. Índices de comportamiento.
  - 4.3.1. Especificaciones de respuesta transitoria.

#### **5. ANÁLISIS DE RESPUESTA EN FRECUENCIA DE SISTEMAS DE CONTROL**

- 5.1. Obtención de la respuesta en frecuencia de funciones de transferencia de sistemas de control.
- 5.2. Determinación de las frecuencias de corte de la función de transferencia.
- 5.3. Ancho de banda.
- 5.4. Determinación de funciones de transferencia a través de datos experimentales.
- 5.5. Compensación empleando técnicas de respuesta en frecuencia.

#### **6. ACCIONES BÁSICAS DE CONTROL Y COMPENSACIÓN UTILIZANDO CONTROLADORES**

- 6.1. Definición de controladores.
- 6.2. Acciones básicas de control.
  - 6.2.1. Control de dos posiciones (On – Off).
  - 6.2.2. Control proporcional (P).
  - 6.2.3. Control integral (I).
  - 6.2.4. Control derivativo (D).
  - 6.2.5. Control proporcional integral (PI).
  - 6.2.6. Control proporcional derivativo (PD).
  - 6.2.7. Controlador proporcional integral y derivativo (PID).
- 6.3. Realización práctica de controladores.
- 6.4. Compensación de sistemas de control empleando controladores.
- 6.5. Sintonización de controladores.

#### **7. ANÁLISIS DE SISTEMAS CONTINUOS MEDIANTE VARIABLES DE ESTADO**

- 7.1. Limitaciones de la teoría de control convencional.
  - 7.1.1. Sistemas de una entrada una salida (SISO).
  - 7.1.2. Sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).
  - 7.1.3. Ventajas del análisis con variables de estado.
- 7.2. Definición de estado y variables de estado
- 7.3. Ecuaciones de estado de sistemas lineales e invariantes.
- 7.4. Formas canónicas de las ecuaciones de estado.
- 7.5. Ecuaciones de estado de sistemas continuos.
  - 7.5.1. Obtención de las ecuaciones de estado a partir de la función de transferencia.

- 7.6. Solución de las ecuaciones de estado a través de la matriz de transición.
- 7.7. Matriz de transferencia y matriz de respuesta.
- 7.8. Análisis de Controlabilidad.
- 7.9. Análisis de Observabilidad.

## **8. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LIAPUNOV**

- 8.1. Definiciones.
- 8.2. Análisis de la estabilidad de sistemas lineales.
- 8.3. Análisis de la estabilidad de sistemas no lineales.

## **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

- 1. Descripción de equipo de laboratorio.
- 2. Sistemas de lazo abierto.
- 3. Sistemas de lazo cerrado.
- 4. Sistemas de lazo cerrado con variación en ganancia.
- 5. Modelado de sistemas.
- 6. Control de lazo cerrado con realimentación unitaria.
- 7. Sistemas de primer orden, respuesta transitoria del motor de C.D.
- 8. Simulación de un sistema de segundo orden.
- 9. Control de posición empleando controladores.
- 10. Respuesta en frecuencia de un sistema de primer orden.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Ogata, Katsuhiko, *Ingeniería de Control Moderna*, Pearson Educacion, 2ª Edición, México, 2003.
- Domínguez Crespo Sergio, *Control en el espacio de estado*, Pearson Prentice Hall, España, 2006.
- Dorf, Richard C., *Sistemas de Control Moderno*, Pearson Educacion de México, 10ª Edición, México, 2005.
- Navarro Rina, *Ingeniería de control: Analógica y Digital*, McGraw Hill Interamericana, 1ª Edición, México, 2004.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Kuo, Benjamín C., *Sistemas de control automático*, Prentice Hall, México, 2006.
- Márquez, Richard, *Control de Sistemas no lineales*, Perason Educación de México, 1ª Edición, España, 2005.
- Bolton, W, *Ingeniería de Control*, 2ª Edición, Alfa Omega, México, 2001.
- Rao V., *Control Systems*, Alpha Science International Ltd. India, 2008.

### SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <http://www.dgbiblio.unam.mx> (librunam, tesiuam, bases de datos digitales)
- <http://www.copernic.com>

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA**

<b>SUGERENCIAS DIDÁCTICAS</b>	<b>A UTILIZAR</b>
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	X
Prácticas de laboratorio	X
Prácticas de campo	
Otras	

**MECANISMOS DE EVALUACIÓN**

<b>ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE</b>	<b>A UTILIZAR</b>
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Participación en clase	X
Asistencia	
Exposición de seminarios por los alumnos	

<b>PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA</b>			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Mecánica Eléctrica o, Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones o, Ingeniería en Control	en Ingeniería o, Control	Control	Electrónica