



Universidad Católica "Nuestra Señora de Asunción"  
Sede Regional Asunción  
Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática  
Carrera de Ingeniería Electrónica

## CONTROLES AUTOMÁTICOS

**CÓDIGO:** CYT865  
**CARRERA:** Ing. Electrónica  
**SEMESTRE:** 9°  
**CORRELATIVAS:** Electrónica 2  
**CARGA HORARIA SEMANAL:** 8 horas

### DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

En este curso se estudian los conceptos fundamentales y métodos de diseño de la Teoría de Control de Sistemas. Se utilizan la Teoría Clásica y la Teoría Moderna de Control, aplicados principalmente a sistemas lineales, con una introducción a los sistemas no lineales.

### OBJETIVOS:

Al finalizar el curso el alumno deberá estar capacitado para proyectar y diseñar sistemas electrónicos de control, compensadores y controladores; analizar y modelar matemático de sistemas lineales, estudiar la estabilidad de sistemas y realizar simulaciones de sistemas de control en microcomputadores.

### SÍNTESIS DEL PROGRAMA:

Introducción a los Sistemas de Control. Base matemática: Ecuaciones diferenciales. La transformación de Laplace. Matrices. Modelado matemático de sistemas físicos. Acciones básicas de control. Análisis de sistemas de control por variables de estado. Análisis de la respuesta temporal. Respuesta transitoria. Respuesta de Régimen permanente. Método del Lugar de Raíces. Métodos de respuesta en frecuencia. Técnicas de proyecto y compensación.

# PROGRAMA ANALÍTICO

## 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL

Introducción. Definiciones. Sistemas de lazo abierto. Sistemas de lazo cerrado. Principios de proyecto de los sistemas automáticos de control.

## 2. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS.

Ecuaciones diferenciales. Matrices. Algebra de Matrices. Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Solución de Ecuaciones diferenciales por el método de la transformada de Laplace.

## 3. REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL.

Respuesta al impulso. Funciones de Transferencia. Funciones escalares y matrices de transferencia. Grafos de Flujo de señales. Propiedades, definiciones. Algebra. Fórmula de Mason.

## 4. REPRESENTACIÓN EN EL ESPACIO DE LAS VARIABLES DE ESTADO.

Concepto de estado. Variables de estado. Ecuaciones de Estado y ecuaciones dinámicas. Representación matricial. Matriz de transición de estados. Relación entre las ecuaciones dinámicas y las funciones de transferencia. Ecuación característica. Diagrama de estados. Descomposición de funciones de transferencia.

## 5. MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMAS FÍSICOS.

Ecuaciones de circuitos eléctricos. Modelado matemático de sistemas mecánicos. Sensores y transductores en sistemas de control. Servomotores de CC y de inducción bifásicos. Linealización de modelos matemáticos no lineales.

## 6. ESTABILIDAD DE SISTEMAS DE CONTROL.

Concepto de estabilidad. Estabilidad relativa. Estabilidad absoluta. Estabilidad, ecuación característica y matriz de transición de estados. Estabilidad de sistemas invariantes excitados. Criterios de estabilidad, generalidades. Criterio de Routh-Hurwitz.

## 7. ANÁLISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.

Respuesta transitoria y de régimen permanente. Señales típicas de análisis. Respuesta en el tiempo de sistemas de primer y segundo orden. Análisis de variables de estado.

## 8. MÉTODO DEL LUGAR DE RAÍCES.

Introducción. Condición de Fase. Condición de Módulo. Construcción del Lugar de Raíces. Variación de Polos y Ceros. Contorno de Raíces. Variación de múltiples parámetros.

## 9. ANÁLISIS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.

Introducción. Análisis de sistemas en lazo cerrado. Características en el dominio de la frecuencia. Pico de resonancia. Frecuencia de resonancia. Ancho de Banda. Tasa de Corte. Análisis de un sistema de segundo orden.

## 10. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.

Principio del Argumento. Lugar de Nyquist. Trayectoria de Nyquist. Criterio de estabilidad de Nyquist. Estabilidad relativa. Margen de Fase. Margen de Ganancia. Graficos de Bode. Curvas M y N. Abaco de Nichols. Análisis comparativo de sistemas utilizando distintos métodos. Proyecto de compensadores en el dominio de la frecuencia. Compensadores de atraso de fase. Compensadores de adelanto de fase. Compensadores de atraso-adelanto.

## 11. MÉTODOS DE DISEÑO EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.

Introducción. Proyecto de compensadores en el dominio del tiempo. Compensadores de atraso de fase. Compensadores de adelanto de fase. Compensadores de atraso-adelanto. Controladores P, I, D, PI, PD y PID. Control con realimentación de estado. Observabilidad. Controlabilidad. Imposición arbitraria de polos.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. B.C. Kuo. "Sistemas Automáticos de Control". Ed. Prentice Hall, Sexta Edición. 1993.
2. K. Ogata, "Ingeniería de Control Moderna". Ed. Prentice Hall, Segunda Edición. 1993.
3. Oppenheim, Willsky, Young, "Señales y Sistemas" Ed. Prentice Hall, 1994.
4. K. Ogata, "Sistemas de Control de Tiempo Discreto" Ed. Prentice Hall. Segunda Edición. 1996.

**RESPONSABLE Y FECHA DE LA REDACCIÓN:**

Ing. Marcos Lerea, Feb. 2001