



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

Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática  
Carrera de Ingeniería Electrónica

## AUTOMATIZACIÓN

<b>CÓDIGO:</b>	CYT657
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Electrónica
<b>SEMESTRE:</b>	10º
<b>CORRELATIVAS:</b>	Controles Automáticos, Proyecto con Microprocesadores 1, Procesamiento Digital de Señales
<b>CARGA HORARIA SEMANAL:</b>	7 horas
<b>HORAS TOTALES:</b>	126 horas
<b>HORAS TEÓRICAS:</b>	80 horas
<b>HORAS PRÁCTICAS:</b>	46 horas

### DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Este curso presenta los fundamentos teóricos del análisis y el diseño de sistemas de control en tiempo discreto. Los sistemas de control en tiempo discreto son cardinales considerando que la gran mayoría de los sistemas actuales utilizan esta tecnología.

### OBJETIVOS:

El alumno deberá estar capacitado para analizar y diseñar sistemas de control digital, utilizando para el efecto los principios de análisis de sistemas de control en tiempo discreto y las herramientas de simulación disponibles. El alumno deberá comprender, diseñar e implementar los algoritmos fundamentales de procesamiento de señal.

### SÍNTESIS DEL PROGRAMA:

Introducción a los sistemas de control discreto. Revisión de la transformada Z. Análisis en el plano Z de sistemas de control en tiempo discreto. Diseño de sistemas de control en tiempo discreto. Análisis en el espacio de estado. Sistemas de control óptimo cuadráticos.

# PROGRAMA ANALÍTICO

## 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL DISCRETO

Introducción. Sistemas de control digital. Cuantificación y errores cuantificación. Sistemas de adquisición, conversión y distribución de datos.

## 2. LA TRANSFORMADA Z

Revisión de la transformada Z. La transformada Z de funciones elementales. Propiedades y teoremas de la transformada Z. La transformada Z inversa. Método de la transformada Z para la solución de ecuaciones en diferencias. Ejemplos.

## 3. ANÁLISIS EN EL PLANO Z DE SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO

Introducción. Muestreo mediante impulsos y retención de datos. Cálculo de la transformada Z mediante el método de la integral de convolución. Reconstrucción de señales originales a partir de señales muestreadas. La función de transferencia pulso. Realización de controladores digitales y filtros digitales.

## 4. DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO.

Correspondencia entre el plano **S** y el plano **Z**. Análisis de estabilidad de sistemas en lazo cerrado en el plano **Z**. Análisis de las respuestas transitoria y en estado permanente. Diseño basado en el método del lugar geométrico de las raíces. Diseño basado en el método de la respuesta en frecuencia. Método de diseño analítico.

## 5. ANÁLISIS EN EL ESPACIO DE ESTADO.

Concepto del método en el espacio de estado. Representación en el espacio de estado de sistemas en tiempo discreto. Solución de las ecuaciones de estado en tiempo discreto. Matriz de función de transferencia pulso. Discretización de las ecuaciones en el espacio de estado en tiempo continuo. Análisis de estabilidad de Liapunov.

## 6. DISEÑO EN EL ESPACIO DE ESTADO.

Controlabilidad. Observabilidad. Transformaciones útiles en el análisis y diseño en el espacio de estados. Diseño por ubicación de polos. Observadores de estado. Servosistemas.

## 7. CONTROL CUADRÁTICO ÓPTIMO.

Control cuadrático óptimo. Control cuadrático óptimo en estado estacionario. Control cuadrático óptimo de un servosistema. Identificación de sistemas. Filtros de Kalman.

## METODOLOGÍA:

Las experiencias de laboratorio conjuntamente con las herramientas de simulación constituyen elementos esenciales en el proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de Ingeniería. Particularmente, en la enseñanza del Control Digital, donde se deben diseñar algoritmos para controlar procesos dinámicos, estas herramientas adquieren una mayor relevancia, ya que ayudan al estudiante a asimilar los conceptos teóricos y adquirir la experiencia necesaria para el ejercicio profesional. La cátedra de Automatización se constituye en una de las materias integradoras de la carrera, tanto por su contenido y

ubicación como por los requisitos previos. Las actividades de enseñanza de esta cátedra consisten en:

- Clases magistrales
- Laboratorios donde se utilizan herramientas computacionales para el modelado de sistemas y el diseño de algoritmos de control
- Prácticas demostrativas de laboratorio
- Trabajo práctico final

**BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL:**

1. Gene Franklin, David Powell. “Digital Control of Dynamic Systems”, Addison Wesley, 1998.
2. Katsuhiko Ogata. “Sistemas de Control en Tiempo Discreto”. Ed. Prentice Hall, 1996.
3. M. Sami Fadali, Antonio Visioli. “Digital Control Engineering – Análisis and Design”. Academic Press, 2009.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

1. Katsuhiko Ogata. "Problemas de Ingeniería de Control utilizando Matlab". Ed. Prentice Hall, 1999.

**REDACCIÓN ORIGINAL:**

Dr. Ing. Enrique A. Vargas Cabral

**ÚLTIMA REVISIÓN:**

Dr. Ing. Enrique A. Vargas Cabral, Julio 2016

**APROBADO POR CONSEJO DE DEPARTAMENTO EN FECHA:**

25 de octubre del 2004, mediante nota Nro. 120/04

**APROBADO POR CONSEJO DE FACULTAD EN FECHA:**

16 de diciembre del 2004, mediante acta Nro. 12/04