



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area V: Electronica y Microprocesadores

(Programa del año 2017)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
CONTROL II	ING.ELECT.O.S.D	010/05	2017	2° cuatrimestre
CONTROL II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2017	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PETRINO, RICARDO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
GARCIA, JESUS ROMUALDO	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
MOLINA, ROMINA SOLEDAD	Auxiliar de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	45 Hs	30 Hs	15 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
07/08/2017	17/11/2017	15	90

### IV - Fundamentación

Para completar una visión del Control Automático, se presentan los fundamentos del Control Digital. El curso cubre el uso de Computadoras digitales para el control digital en tiempo real de sistemas dinámicos. En la orientación de la carrera, en Sistemas Digitales, provee las bases teóricas para el tratamiento digital de los problemas de control, principalmente de sistemas lineales invariantes en el tiempo.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Análisis de sistemas de Control en tiempo Discreto. Diseño de Controladores. Aplicaciones y ejemplos.

### VI - Contenidos

#### 1.Introducción al control digital.

Estructura de un sistema de control digital.Revisión de conceptos de Sistemas en Tiempo Discreto.Transformada de Laplace Asterisco.

Modelado de Sistemas de Control Digital: modelo del ADC (convertor Analógico Digital) y del DAC (convertor Digital Analógico). La función de Transferencia del Retenedor de Orden Cero (ZOH).Respuesta en frecuencia del Retenedor de Orden cero. Efecto de un muestreador en la función de Transferencia de una cascada. Función de Transferencia de la combinación de un DAC, Subsistema Analógico y ADC. Función de Transferencia discreta en lazo cerrado de un sistema de control digital.

Perturbaciones Analógicas en un sistema digital.

## **2. Análisis de Sistemas de Control.**

Error de estado estacionario.

Constantes de error para entradas escalón unitario, rampa y aceleración.

Análisis de diagramas en bloques para sistemas de datos muestreados.

Función de transferencia de un PID digital, aproximación discreta del pid analógico.

Estabilidad de Sistemas de control Digital. Definiciones: Estabilidad Asintótica y BIBO (Entrada Acotada/Salida Acotada).

Condiciones. Determinación de la Estabilidad: Criterio de Routh-Hurwitz y Test de Jury.

## **3. Diseño de sistemas de control digital.**

Correspondencia entre el plano S y el plano Z. Lugar geométrico de Atenuación constante, de tiempo de establecimiento constante, de frecuencia constante y de factor de amortiguamiento constante. Sistema de segundo orden.

Diseño basado en el Lugar Geométrico de las Raíces (LGR).

Diagrama del Lugar de las Raíces de los sistemas de Control digital. Efecto del muestreo T sobre las características de la respuesta transitoria. Ejemplos del método de diseño de sistemas de control digital basado en el método del LGR, usando Software específico.

## **4. Diseño basado en el Método de Respuesta en Frecuencia.**

Transformación bilineal y el plano W. Diagramas de Bode. Problema de cuantificación de coeficientes. Respuesta en frecuencia del compensador de adelanto de

fase. Compensación de adelanto de fase. Compensación de atraso de fase. Compensación de adelanto-atraso de fase.

Procedimiento de diseño de un controlador digital. Ejemplos de diseño usando software específico.

## **5. Diseño de controladores usando un método Analítico. Diseño de Control Directo.**

Objetivos del método. Condiciones de realizabilidad y de estabilidad. Ejemplo.

Controladores de Tiempo Finito (Dead beat). Determinación de la estructura del controlador. Determinación de los parámetros. Análisis de la función de transferencia de lazo cerrado.

## **6. Controlador PID discreto.**

Función de transferencia usando aproximación rectangular y trapezoidal para la parte integral. Pid Modificado. Pid con predictor. Pid de velocidad. Definición de la estructura, tiempo de muestreo y parámetros del PID. Metodología para la obtención de los parámetros. Reglas de ajuste. Diseño de controlador PID usando asignación de polos. Cuantización y otras no linealidades.

## **7. Espacio de Estado.**

Ecuaciones de Estado en tiempo discreto Solución de las ecuaciones de estado en tiempo discreto. Propiedades de los modelos en el Espacio de Estado: Estabilidad, Controlabilidad, observabilidad. Diseño de Control en el Espacio de Estado.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Trabajos Prácticos de Aula :

Trabajo Práctico N° 1 - Modelos de Sistemas Discretos

Trabajo Práctico N° 2 – Diseño de Sistemas de Control

Trabajo Práctico N° 3 – Diseño y Simulación, utilizando software específico, de Controladores Digitales basado en el Método de LGR.

Trabajo Práctico N° 4 – Diseño y Simulación, utilizando software específico, de Controladores Digitales basado en el Método de Respuesta en Frecuencia.

Trabajo Práctico N° 5 – Diseño y Simulación, utilizando software específico, de Controladores Digitales – Método Analítico.

Trabajo Práctico N° 6 - Diseño y Simulación, utilizando software específico, de Controladores Digitales PID.

Trabajo Práctico N° 7 - Diseño y Simulación, utilizando software específico, de Controladores Digitales en el Espacio de Estado.

Prácticos de Laboratorio

Manejo, configuración y conexión en cascada de Controladores NOVUS N1100.

Diseño, Simulación y Validación de controladores digitales sobre plantas Rotativas utilizando equipo de Quanser: Módulo básico, Ball & Beam y Péndulo.

### **VIII - Regimen de Aprobación**

Aprobación de los 3 parciales .

Aprobación de los trabajos prácticos.

Asistencia al menos al 80 % de las prácticas.

### **IX - Bibliografía Básica**

[1] Digital Control Engineering. Analysis and Design. FADALI-VISIOLI. Edit. Elsevier, Academic Press. 2013.

[2] Sistemas de Control en tiempo discreto. Katsuhiko Ogata. Prentice Hall. 1996.

[3] Digital Control of Dynamic Systems (3rd Edition). Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael Workman. Prentice Hall; 3rd edition. 1997.

[4] Problemas de Ingeniería de Control usando Matlab. Katsuhiko Ogata. Prentice Hall 1999.

[5] Digital Control System Analysis and Design. Charles L. Phillips, H. Troy Nagle. 1995. US Imports & PHIPES

### **X - Bibliografía Complementaria**

[1] [1] The Control Handbook. Editor W. Levine. CRC Press-IEEE. 1996.

[2] [2] PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. Karl J. Astrom, Tore Hagglund. Publisher: International Society for Measurement and Control; 2nd edition (January 1, 1995) ISBN: 1556175167

[3] [3] Modern Digital Control Systems. Raymond G. Jacquot. Edit. Marcel Dekker inc. 2nd Edition 1995.

[4] [4] Computer-Controlled Systems: Theory and Design, 3e. Karl J. Åström & Bjorn Wittenmark. Prentice Hall, 1997.

[5] [5] Using Matlab to Analyze and Design Control Systems.

### **XI - Resumen de Objetivos**

Describir y analizar sistemas de control en tiempo discreto. Diseño de Controladores digitales. Aplicaciones y ejemplos.

Estudio y utilización de un controlador digital de uso industrial.

### **XII - Resumen del Programa**

Análisis en el plano Z de sistemas de control.

Diseño de controladores digitales, basados en el método del Lugar de las Raíces y de la Respuesta en Frecuencia. Diseños basados en un método Analítico, controladores de Tiempo Finito.

Controlador PID discreto. Diseño de controladores Pid mediante asignación de polos.

Conceptos básicos de Modelos y control de sistemas en el Espacio de Estado.

Estudio de un controlador universal comercial y su utilización en una planta de laboratorio.

### **XIII - Imprevistos**

### **XIV - Otros**