



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
 Departamento: Ingeniería  
 Area: Electrónica

(Programa del año 2013)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 01/10/2013 08:21:19)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Sistemas de Control	Ingeniería Electrónica	702-1 7/07	2013	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SERRA, FEDERICO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
AOSTRI, CARLOS AMADO	Prof. Colaborador	P.Adj Semi	20 Hs
OLGUIN, ANIBAL JAVIER	Responsable de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
6 Hs	3 Hs	2 Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
14/03/2013	21/06/2013	15	90

### IV - Fundamentación

Sistemas de Control es un curso de cuarto año de la carrera de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica y de tercer año de la carrera ingeniería Electromecánica. Básicamente comprende el estudio de la teoría de control desde los puntos de vista clásico y moderno. Específicamente el curso prepara al alumno para realizar el modelado, análisis y diseño de sistemas de control en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estados. Esto posibilita al alumno poder estudiar y comprender el desempeño de los sistemas físicos y a partir de esto plantear la adecuada estrategia de control para que dicho sistema cumpla con las especificaciones de diseño esperadas. Las unidades si bien tienen una correlatividad vertical, en varios casos se trabajará en paralelo, mediante el uso de medios informáticos; los cuales facilitarán la comprensión y utilización de los conceptos aprendidos y se alternarán los fundamentos teóricos con las ejercitaciones prácticas y de laboratorio.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El alumno que apruebe el curso deberá estar capacitado para: modelar y analizar cualquier sistema físico mediante el análisis en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estados. Diseñar sistemas de control lineales mediante técnicas en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estado. Realizar la simulación de sistemas mediante el uso sistemático del software específico. Identificar en instalaciones y equipos industriales automatizados, los bloques funcionales de los sistemas automáticos que intervienen. Determinar sus elementos constitutivos, estructura estrategia de control utilizada, etc. Realizar tareas de investigación en control lineal clásico y avanzado.

## **VI - Contenidos**

### **Unidad N° 1: “Introducción”**

Sistema de control  
Componentes de un sistema de control  
Ejemplos de sistemas de control  
Sistemas de control en lazo abierto  
Sistemas de control en lazo cerrado  
Diseño y compensación de sistemas de control

### **Unidad N° 2: “Modelado matemático de sistemas”**

Función de transferencia y de respuesta impulso  
Sistemas de control automáticos  
Modelado en el espacio de estados  
Representación en el espacio de estados de sistemas de ecuaciones diferenciales escalares  
Linealización de modelos matemáticos no lineales  
Modelado matemático de sistemas eléctricos  
Modelado matemático de sistemas mecánicos  
Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos

### **Unidad N° 3: “Análisis transitorio y en estado estacionario”**

Sistemas de primer orden  
Sistemas de segundo orden  
Sistemas de orden superior  
Criterio de estabilidad de Routh  
Efectos de las acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria

### **Unidad N° 4: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico”**

Gráficas del lugar de las raíces  
Lugar de las raíces de sistemas con realimentación positiva  
Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces  
Compensación de adelanto  
Compensación de retardo  
Compensación de retardo-adelanto  
Compensación paralela

### **Unidad N° 5: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia”**

Diagramas de Bode  
Criterio de estabilidad de Nyquist  
Análisis de estabilidad y estabilidad relativa  
Respuesta en frecuencia en lazo cerrado de sistemas con realimentación unitaria  
Determinación experimental de funciones de transferencia  
Diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia  
Compensación de adelanto  
Compensación de retardo  
Compensación de retardo-adelanto

### **Unidad N° 6: “Controladores PID y controladores PID modificados”**

Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID  
Diseño de controladores PID mediante el método de respuesta en frecuencia  
Diseño de controladores PID mediante el método de optimización computacional Modificaciones de los esquemas de control PID  
Control con dos grados de libertad  
Método de asignación de ceros para mejorar las características de respuesta

### **Unidad N° 7: “Análisis de sistemas de control en el espacio de estados”**

Representaciones en el espacio de estados de sistemas definidos por su función de transferencia Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo

Controlabilidad

Observabilidad

### **Unidad N° 8: “Diseño de sistemas de control en el espacio de estados”**

Asignación de polos

Diseño de servosistemas

Observadores de estado

Diseño de sistemas reguladores con observadores

Diseño de sistemas de control con observadores

Sistema regulador óptimo cuadrático

Sistemas de control robusto

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

Resolución de problema: se entregará una guía de trabajos prácticos con ejercicios correspondientes a los temas desarrollados en las clases teóricas.

Los temas a desarrollar serán:

- 1- Modelado Matemático de Sistemas físicos
- 2- Diagramas de Bloque, de Flujo y de estado
- 3- Análisis de Respuesta Transitoria, simulación Digital
- 4- Acciones Básicas de Control
- 5- Análisis de Estabilidad
- 6- Análisis del Lugar de las Raíces
- 7- Análisis de Respuesta en frecuencia
- 8- Proyecto y Métodos de Compensación

Trabajo de Laboratorio: Se realizarán trabajos de laboratorio, en donde se simulen y se desarrollen modelos de sistemas previamente establecidos.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

Régimen de alumnos regulares:

Se accede a la condición de regular de la asignatura si se cumplen los siguientes requisitos:

1. Aprobar los dos exámenes parciales, o sus correspondientes recuperaciones, con calificación superior o igual a 6 (seis), en una escala de 0 a 10.
2. Aprobar la totalidad de los trabajos prácticos y de laboratorios.

Para aprobar el curso, el alumno será evaluado en un examen final oral sobre temas que solicite el tribunal.

Régimen de alumnos libres:

Un alumno libre, deberá rendir un examen escrito eliminatorio cuyos temas se basan en los trabajos prácticos de la asignatura.

Si aprueba esta instancia, el alumno será evaluado en un examen final oral sobre temas teóricos que solicite el tribunal.

## **IX - Bibliografía Básica**

[1] Ogata, Katsuhiko. “Ingeniería de control moderna”. 5ª ed. Pearson Prentice Hall. 2010.

[2] Kuo, Benjamin “Sistemas de control automático”. 7ª ed. Prentice-Hall. 1996.

- [3] Goodwin, Graebe & Salgado, Control System Design. Prentice Hall, 2001.
- [4] Nise, Norman. "Sistemas de Control para Ingeniería". 3ª ed. C.E.C.S.A. 2005.
- [5] Dorf, Richard Carl . "Sistemas modernos de control" 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana. 1989.
- [6] Jagan, N. C. "Control Systems" 2ª ed. BS Publications. 2008.

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Mundo Electrónico, Electrónica y Automática Industriales, Marcombo.
- [2] Di Stefano, Retroalimentación y Sistemas de Control, Mc Graw Hill.
- [3] D'Azzo Houpis, Sistemas Realimentados de Control, diseño convencional y moderno, Paraninfo.
- [4] Creus A., Simulación y Control de Procesos por ordenador, Marcombo.
- [5] L.Ljung, T.Glad, Modeling of Dynamic Systems, Prentice may International, 1994
- [6] Corominas J., Introducción al control de procesos por ordenador, Univ. Nacional Politécnica de Barcelona.
- [7] Creus A., Instrumentos Industriales su ajuste y calibración, Marcombo.
- [8] Siegfried, Técnica de los sistemas electrónicos de mando y regulación, Marcombo.
- [9] Hasebrink/Kobler, Técnica del mando automático, Manual Festo.
- [10] Stute Gottfried y otros, Electric Feed Drives for Machine Tools, Siemens Aktiengesellschaft, John Wiley & Sons, 1981.
- [11] Möltgen Gottfried, Convertidores estáticos - Introducción a su teoría y funcionamiento, Siemens Aktiengesellschaft, Marcombo S.A. 1986.
- [12] Dutton, Thompson, Barraclough, The Art of Control Engineering, Addison Wesley, 1997.
- [13] W.Grantham, T.Vincent, Modern Control Systems, Jhon Wiley & Sons, 1993.
- [14] R.Dorf, Modern Control Systems, Addiso-Wesley, 1993.
- [15] W.Brogan, Modern Control Theory, Prentice-Hall International, 1991.
- [16] P.Béanger, Control Engineering, Saunders College Publishing, 1995.

## **XI - Resumen de Objetivos**

Que el alumno esté capacitado para:

- Analizar y diseñar sistemas automáticos de control mediante el uso de las herramientas del Control clasico y moderno.
- Realizar modelado de sistemas dinámicos y simulación mediante el uso de software dedicado.
- Seleccionar y ajustar controladores industriales.
- Identificar en instalaciones y equipos industriales automatizados, los bloques funcionales de los sistemas automáticos intervinientes, poder determinar sus elementos constitutivos, estructura, estrategia de control utilizada, predisposición de los parámetros, etc.

## **XII - Resumen del Programa**

La asignatura está estructurada en los siguientes temas básicos:

- Introducción
- Modelado matemático de sistemas
- Análisis transitorio y en estado estacionario
- Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico
- Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia
- Controladores PID y controladores PID modificados
- Análisis de sistemas de control en el espacio de estados
- Diseño de sistemas de control en el espacio de estados

## **XIII - Imprevistos**

-

## **XIV - Otros**

**ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: