



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

(Programa del año 2015)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Sistemas de Control	Ingeniería Electrónica	OrdC. D.Nº 019/1 2	2015	1º cuatrimestre
Sistemas de Control	Ing.Mecatrónica	Ord.C .D. 022/1 2	2015	1º cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SERRA, FEDERICO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
GONZALEZ, GUILLERMO NOEL	Responsable de Práctico	A.1ra Simp	10 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	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
16/03/2015	26/06/2015	15	90

### IV - Fundamentación

Sistemas de control es un curso de cuarto año de la carrera Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica y de tercer año de la carrera Ingeniería Electromecánica. Básicamente comprende el estudio de los sistemas 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 en el espacio de estados. Esto posibilita al alumno poder estudiar y comprender el desempeño de 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 mediante técnicas en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estados. Realizar la simulación de sistemas mediante el uso sistemático de software específico. Identificar en instalaciones y equipos industriales automatizados los bloques funcionales de los sistemas automáticos que intervienen. Determinar sus elementos constructivos, 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 problemas: 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 – Análisis de respuesta transitoria
- 3 – Análisis del lugar geométrico de las raíces
- 4 – Análisis de la respuesta en frecuencia
- 5 – Controladores PID y PID modificados
- 6 – Análisis en el espacio de estados
- 7 – Diseño de controladores en el espacio de estados

Trabajo de laboratorio: Se realizarán trabajos de laboratorio en donde se simulen y desarrollen modelos y estrategias de control para un levitador magnético y un banco de motores de CC.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

Régimen para alumnos regulares.

Se accede a la condición de regularización de la materia si se cumplen los siguientes requisitos:

1. Aprobar los dos exámenes parciales o sus respectivos recuperatorios con calificación superior o igual a 7 (siete) en una escala del 0 al 10.
2. Aprobar la totalidad de los trabajos prácticos de aula y laboratorio

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

Régimen para 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 los 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.

### **X - Bibliografía Complementaria**

[1] Goodwin, Graebe & Salgado, Control System Design. Prentice Hall, 2001.

[2] Nise, Norman. "Sistemas de Control para Ingeniería". 3ª ed. C.E.C.S.A. 2005.

[3] Dorf, Richard Carl . "Sistemas modernos de control" 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana. 1989.

[4] Jagan, N. C. "Control Systems" 2ª ed. BS Publications. 2008.

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

El alumno estará capacitado para:

1. Identificar y modelar sistemas físicos
2. Analizar el comportamiento de sistemas físicos en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estados.
3. Diseñar sistemas de control en el dominio del tiempo, frecuencia y espacio de estados.

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

Unidad N° 1: "Introducción"

Unidad N° 2: "Modelado matemático de sistemas"

Unidad N° 3: "Análisis transitorio y en estado estacionario"

Unidad N° 4: "Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico"

Unidad N° 5: "Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia"

Unidad N° 6: "Controladores PID y controladores PID modificados"

Unidad N° 7: "Análisis de sistemas de control en el espacio de estados"

Unidad N° 8: "Diseño de sistemas de control en el espacio de estados"

### **XIII - Imprevistos**

-

### **XIV - Otros**