



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

(Programa del año 2009)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 04/08/2009 18:40:20)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Control Aplicado	Ingeniería Electrónica		2009	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
RECABARREN, ARMANDO ALBERTO	Prof. Responsable	CONTRATO	0 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
2 Hs	0 Hs	1 Hs	2 Hs	5 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
09/03/2009	19/06/2009	15	75

### IV - Fundamentación

-

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Lograr el adecuado entrenamiento para la aplicación de los conceptos teóricos vistos en Sistemas de Control en el diseño y construcción de controles y proporcionar una visión de conjunto clara, integrada, actualizada y orgánica como parte de la formación del profesional en Ingeniería.

Alcanzar la comprensión y el dominio de los métodos y técnicas actuales para modelar, analizar, planificar y diseñar controladores que cumplan específicos objetivos de estabilidad y comportamiento. empleando técnicas avanzadas basadas en el espacio de estados.

Fomentar el uso del computador como herramienta de especial importancia para la simulación de sistemas, en general, y el análisis y diseño de controladores en particular.

### VI - Contenidos

**1.0 Introducción.**  
Introducción a la materia. Revisión de conceptos de Sistemas de Control.

**2.0 Controladores.**  
Distintos tipos de controladores electrónicos. Digitales y Analógicos. Controladores PID. Generación de señales. Ensayos en el dominio del tiempo y en frecuencia.

**3.0 Lógica difusa**

Introducción: conceptos básicos, conjuntos difusos, funciones de pertenencia, características, operaciones. Control Difuso: Metodología de Diseño, Estructura, Controladores Adaptativos (Ajuste), Ejemplos

#### **4.0 Redes neuronales**

Redes Neuronales de Tipo Biológico. Redes Neuronales Dirigidas a una Aplicación. Taxonomía de las Redes Neuronales Artificiales. Redes Neuronales Artificiales Supervisadas y No Supervisadas. Funciones de Base y Activación. Estructuras de las Redes Neuronales Artificiales. Aplicaciones.

#### **5.0 Optimización.**

Técnicas de optimización: Método del cálculo directo. Calculo diferencial clásico. Optimización estática Formulación del problema de optimización estática. Método de los multiplicadores de Lagrange. Ejemplos.

#### **6.0 Optimización dinámica**

Formulación del problema de optimización dinámica. Técnicas de optimización estática aplicadas a la optimización dinámica. Principio del máximo de Pontryagin. Ejemplos.

#### **7.0 Controlador óptimo realimentado.**

Teoría de Hamilton-Jacobi. Sistemas lineales con índice de comportamiento cuadrático. Optimalidad. Control óptimo realimentado. Calculo del control óptimo.

#### **8.0 Programación Dinámica.**

Principios de programación dinámica. Principio de optimalidad. Estrategia de decisión óptima. Procedimiento básico para computar programación dinámica. Algoritmo standard. Interpolación. Cálculo de la secuencia de decisión óptima y la trayectoria óptima. Propiedades de la programación dinámica. Aplicación de 1ª programación dinámica a problemas redistribución óptima de recursos.

#### **9.0 Identificación de Sistemas.**

Estimación de parámetros. Identificación de sistemas ON-LINE y OFF-LINE. Distintos métodos y algoritmos de identificación recursivos. RLS, RLS con factor de olvido, RELS, algoritmo de proyección.

#### **10.0 Control adaptivo.**

Control adaptivo con identificador. Control autosintonizado (STR). Control con modelo de referencia (MRAS). Algoritmos óptimos de adaptación

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

Plan de Trabajos Prácticos:

Trabajo Práctico Nro. 1: Controladores.

Trabajo Práctico Nro. 2: Lógica difusa

Trabajo Práctico Nro. 3: Redes neuronales

Trabajo Práctico Nro. 4: Optimización.

Trabajo Práctico Nro. 5: Optimización dinámica

Trabajo Práctico Nro. 6: Controlador óptimo realimentado

Trabajo Práctico Nro. 7: Programación Dinámica.

Trabajo Práctico Nro. 8: Identificación de Sistemas.

## VIII - Regimen de Aprobación

Para cursar la asignatura los alumnos se constituirán en comisiones. Cada comisión presentará su correspondiente informe escrito referido a los distintos temas de la materia, en los que se involucran aspectos de fundamentación teórica y resolución práctica.

En la presentación de los informes se realizará un coloquio de evaluación a cada alumno sobre los temas desarrollados en el mismo.

La calificación será individual y en una escala hasta diez puntos. Para fijar su valor se tomará en cuenta el informe presentado y, fundamentalmente, el nivel de conocimientos demostrado por el alumno durante el coloquio.

Para aprobar cada coloquio se requiere un mínimo de cuatro puntos. En caso de no alcanzar este puntaje se recuperará el mismo en fecha a acordar.

Para aprobar la materia se requiere haber aprobado la totalidad de los informes.

Los alumnos cuyo promedio de notas en los coloquios sea mayor a igual a siete promocionan la materia con esa nota directamente.

Aquellos alumnos cuyo promedio sea menor que siete y mayor o igual a cuatro quedarán habilitados para rendir un examen totalizador cuya aprobación deviene en la aprobación de la asignatura con la nota de este examen.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] "DIGITAL NEURAL NETWORKS", S. Y. Kung, 1993 by PTR Prentice Hall, Inc.
- [2] "Neural Networks, Theoretical Foundations and Analysis", C.Lau, 1991, IEEE Press.
- [3] "EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C", Kernigan, Ritchie.
- [4] "A Beginner's Guide to HTML", by National Center for Supercomputing Applications / pubs@ncsa.uiuc.edu, in <http://www.ncsa.uiuc.edu/General/Internet/WWW/HTMLPrimer.html>.
- [5] "SNNS User Manual, Version 4.0", UNIVERSITY OF STUTTGART.
- [6] "Neural Network Toolbox for use with MATLAB", H. Demuth and M. Beale., Math Works Inc. 1998.
- [7] Fausett L., Fundamentals of Neural Networks, Prentice-Hall, 1994. ISBN 0 13 042250 9
- [8] Gurney K., An Introduction to Neural Networks, UCL Press, 1997, ISBN 1 85728 503 4
- [9] Haykin S., Neural Networks , 2nd Edition, Prentice Hall, 1999, ISBN 0 13 273350 1
- [10] ADAPTIVE CONTROL K.J. Åström –B. Wittenmark 1995
- [11] ADAPTIVE CONTROL SYSTEMS R. Isermann 1992
- [12] COMPUTER CONTROLLED SYSTEMS K.J. Åström –B. Wittenmark 3ra. Edición. 1996
- [13] COMPUTER CONTROLLED SYSTEMS D. E. Kirk 1970
- [14] Åström, Karl J.: Computer Controlled Systems. Theory and Design, Prentice Hall – 1984

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Aracil Santonja, R.: Sistemas Discretos de Control, Universidad Politécnica de Madrid – 1980
- [2] Isermann, R.: Digital Control Systems, Springer Verlag – 1981
- [3] Papoulis, A: Sistemas Digitales y Analógicos, Marcombo – 1978
- [4] Kuo, B: Discrete Data Control Systems, Prentice Hall – 1970
- [5] Tou, : Digital and Sampled Data Control Systems, Mac Graw Hill – 1959
- [6] Proakis, J.G. & Manolakis, D.G.: Tratamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y Aplicaciones, Traducción de Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications, 3rd. edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, UK., 1998.
- [7] Ljung, Lennart : System Identification: Theory for the User, 2nd Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1999.
- [8] Söderström, T. & Stoica, P.: System Identification, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.
- [9] Rivera, Daniel E.: System Identification for Process Control: A Resource for the Industrial Practitioner

- [10] Ljung, Lennart: System Identification Toolbox, for use with Matlab, User's Guide Version The MathWorks, Inc, Natick, MA, 1997.
- [11] Sinha, N. K.: Modelling and Identification of Dynamic Systems, Van Nostrand Reinhold Co. – 1983
- [12] Ljung, Lennart, Glad, Torkel: Modeling of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1994
- [13] Schoukens, J., Pintelon, R.: Identification of Linear Systems: A Practical Guideline to Accurate Modeling, Pergamon Press, Oxford 1991
- [14] Goodwin, G. Sin: Adaptive Filtering, Prediction and Control, Prentice Hall – 1984.
- [15] Bellman, R.: Adaptive Control Processes: A Guided Tour, Princeton University – 1961
- [16] Åström, K., Hägglung: Automatic Tuning of PID Controllers, ISA – 1988
- [17] Åström, K., Wittenmark: Adaptive Control, Prentice Hall – 1989
- [18] Richalet, J.: Pratique de la Commande Predictive, Hermes – 1993
- [19] Camacho, Eduardo, Bordons C.: Model Predictive Control in the Process Industry, Springer 1995

## XI - Resumen de Objetivos

Lograr el adecuado entrenamiento para la aplicación de los conceptos teóricos vistos en Sistemas de Control en el diseño y construcción de controles y proporcionar una visión de conjunto clara, integrada, actualizada y orgánica como parte de la formación del profesional en Ingeniería.

Alcanzar la comprensión y el dominio de los métodos y técnicas actuales para modelar, analizar, planificar y diseñar controladores que cumplan específicos objetivos de estabilidad y comportamiento. empleando técnicas avanzadas basadas en el espacio de estados.

Fomentar el uso del computador como herramienta de especial importancia para la simulación de sistemas, en general, y el análisis y diseño de controladores en particular.

## XII - Resumen del Programa

### 1.0 Introducción.

Introducción a la materia. Revisión de conceptos de Sistemas de Control.

### 2.0 Controladores.

Distintos tipos de controladores electrónicos. Digitales y Analógicos. Controladores PID. Generación de señales. Ensayos en el dominio del tiempo y en frecuencia.

### 3.0 Lógica difusa

Introducción: conceptos básicos, conjuntos difusos, funciones de pertenencia, características, operaciones. Control Difuso: Metodología de Diseño, Estructura, Controladores Adaptativos (Ajuste), Ejemplos

### 4.0 Redes neuronales

Redes Neuronales de Tipo Biológico. Redes Neuronales Dirigidas a una Aplicación. Taxonomía de las Redes Neuronales Artificiales. Redes Neuronales Artificiales Supervisadas y No Supervisadas. Funciones de Base y Activación. Estructuras de las Redes Neuronales Artificiales. Aplicaciones.

### 5.0 Optimización.

Técnicas de optimización: Método del cálculo directo. Calculo diferencial clásico. Optimización estática Formulación del problema de optimización estática. Método de los multiplicadores de Lagrange. Ejemplos.

### 6.0 Optimización dinámica

Formulación del problema de optimización dinámica. Técnicas de optimización estática aplicadas a la optimización dinámica. Principio del máximo de Pontryagin. Ejemplos.

### 7.0 Controlador óptimo realimentado.

Teoría de Hamilton-Jacobi. Sistemas lineales con índice de comportamiento cuadrático. Optimalidad. Control óptimo realimentado. Calculo del control óptimo.

### 8.0 Programación Dinámica.

Principios de programación dinámica. Principio de optimalidad. Estrategia de decisión óptima. Procedimiento básico para

computar programación dinámica. Algoritmo standard. Interpolación. Cálculo de la secuencia de decisión óptima y la trayectoria óptima. Propiedades de la programación dinámica. Aplicación de 1ª programación dinámica a problemas redistribución óptima de recursos.

#### 9.0 Identificación de Sistemas.

Estimación de parámetros. Identificación de sistemas ON-LINE y OFF-LINE. Distintos métodos y algoritmos de identificación recursivos. RLS, RLS con factor de olvido, RELS, algoritmo de proyección.

#### 10.0 Control adaptivo.

Control adaptivo con identificador. Control autosintonizado (STR). Control con modelo de referencia (MRAS). Algoritmos óptimos de adaptación

### **XIII - Imprevistos**

-

### **XIV - Otros**

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	