

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina</p>	Programa de: <h2 style="text-align: center;"><u>Análisis y Control de Sistemas Estocásticos</u></h2>	
Carrera: <i>Ingeniería Electrónica</i> Escuela: <i>Ingeniería Electrónica y Computación.</i> Departamento: <i>Electrónica.</i>	Plan: <i>281-05</i> Carga Horaria: <i>96</i> Semestre: <i>Décimo</i> Carácter: <i>Optativa</i> Bloque: <i>Tecnologías Aplicadas</i>	Puntos: <i>4</i> Hs. Semanales: <i>6</i> Año: <i>Quinto</i>
Objetivos: <p><i>Conocer la teoría de control para sistemas estocásticos, partiendo del análisis y cálculo para procesos estocásticos.</i> <i>Interiorizarse sobre los principios de análisis y diseño de controladores para procesos excitados mediante ruidos normales y anómalos.</i> <i>Desarrolle criterios para seleccionar, diseñar y utilizar esquemas de control para resolver distintos tipos de aplicaciones prácticas.</i></p>		
Programa Sintético: <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Teoría de la probabilidad.</i> <i>2. Cálculo estocástico.</i> <i>3. Análisis estocástico.</i> <i>4. Ecuaciones diferenciales estocásticas.</i> <i>5. Control de procesos estocásticos.</i> 		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 6.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: de foja 7 a foja 7.		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:	<i>Sistemas de Control I</i> <i>Sistemas de Control II</i> <i>Control Óptimo Avanzado</i>	
Rige: <i>2007</i>		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:	Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		

PROGRAMA ANALÍTICO

LINEAMIENTOS GENERALES

La materia Análisis y control de Sistemas Estocásticos pertenece al último año (décimo semestre) de la carrera de Ingeniería Electrónica. A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará competencias tales como la de analizar, diseñar y proyectar esquemas de control para resolver problemas reales dentro del ámbito del control automático. Además, desarrollará el espíritu de análisis científico crítico de la problemática de ingeniería en control automático, lo que fomentará su interés en la formación continua, en inclusive, autodidacta.

La estructura de la asignatura se divide en dos partes: el análisis y la síntesis. Se enfatiza el análisis del problema y su caracterización y modelación de proceso físico mediante un sistema estocástico. Se imparte una serie de conceptos básicos y definiciones formales que sirven como herramientas fundamentales para proponer cualquier solución y determinar su factibilidad mediante un análisis teórico e intuitivo.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las clases tienen contenidos teóricos y prácticos. Las actividades teóricas se realizan a través de exposiciones del docente orientadas a desarrollar la abstracción matemática y la formulación formal de conceptos.

Durante las clases teóricas se presentan temas nuevos para el alumno, y se puede recurrir a herramientas informáticas como el proyector electrónico para mejorar la didáctica y facilitar la interacción educador-educando. Durante las clases de contenido predominantemente práctico la actividad se divide en áulica, extra áulica y de laboratorio. La actividad extra áulica consiste en problemas típicos del tema en cuestión a resolver en grupo o individualmente por el alumno.

Se dejarán temas de aplicación real específicos, muy difundidos en el área de ingeniería para que el alumno prepare al menos una ponencia, la cual será orientada y dirigida por el docente, con el fin de que el alumno aprenda conceptos de implementación de las herramientas vistas en clase.

EVALUACIÓN

Condiciones para la promoción de la materia

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.-
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.-
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).-
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).-
- 5.- Tener presentados y aprobar los trabajos prácticos correspondientes antes de la fecha de cada parcial.-

6.- Trabajo final de elección libre y reporte técnico aprobado.-

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y trabajos de Laboratorio y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares. Los demás estarán libres.

CONTENIDOS TEMÁTICOS

Unidad 1. Teoría de probabilidad.

Teoría de conjuntos. Familia de conjuntos. Estructuras algebraicas. Topología. Espacios métricos. Medidas Lebesgue-Stieltjes. Integral de Lebesgue. Medidas de probabilidad. Variables aleatorias. Expectación. Expectación condicional. Convergencia estocástica. Ley de los grandes números. Vectores aleatorios y procesos aleatorios.

Unidad 2. Cálculo estocástico

Funciones de correlación. Estacionaridad en sentido estricto y amplio. Espacio Hilbert y variable aleatoria. Cálculo en media cuadrática. Convergencia, continuidad, derivada, integral.

Unidad 3. Análisis estocástico

Equivalencia. Separabilidad. Proceso de Markov. Proceso de Wiener Levy. Martingalas. Descomposición de Doob-Meyer. Integral estocástica. Cálculo de Itô. Proceso de Itô. Formula de Itô. Equivalencia con Stratonovich.

Unidad 4. Ecuaciones diferenciales estocásticas

Proceso Wiener como generador de ruido. Movimiento Browniano geométrico. Existencia y unicidad de soluciones. Solución analítica. Algoritmos de simulación (MatLab o similar). Esquema Euler-Muruyama. Proceso Movimiento Browniano Fraccionario como generador de ruido. Cálculo estocástico para MBF. Integración. Fórmula de Itô. Solución numérica en un punto simple. Esquemas tipo Wagner-Platen.

Unidad 5. Control de procesos estocásticos

Control óptimo lineal para excitaciones MBF. Formulación del problema para procesos excitados con MBF. Solución analítica. Control óptimo no lineal. Formulación del problema para procesos excitados con MBF. Planteo de la solución analítica mediante cálculo variacional. Solución numérica mediante programación dinámica.

1. LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas

Unidad 1. Teoría de probabilidad.

Realización de demostraciones sencillas para introducirse en el pensamiento abstracto, utilizando la teoría axiomática de conjuntos. Plantear y resolver integrales respecto a una función arbitraria. Determinar y analizar los resultados de la función Expectativa cuando se implementa en un número finito de datos. Analizar el caso de una variable y de su extensión a arreglos de variables aleatorias.

Unidad 2. Cálculo estocástico

Calcular analíticamente y mediante un estimador implementado usando Matlab las funciones de Correlación, la media cuadrática, la derivada y la integral de procesos estocásticos típicos.

Unidad 3. Análisis estocástico

Modelación y simulación de procesos físicos mediante Markov. Simulación de procesos de Levy. Resolución de problemas típicos usando la fórmula de Itô, y su relación con la de Stratonovich. Simular las soluciones obtenidas y realizar la comparación con la integral numérica.

Unidad 4. Ecuaciones diferenciales estocásticas

Resolver ecuaciones diferenciales estocásticas analíticamente, y también mediante aproximaciones numéricas usando Matlab (o similar). Implementar algoritmos de cálculo de soluciones mediante Euler-Muruyama, y mediante Milstein según sea la estructura de la ecuación diferencial, analizar los resultados. Proponer un modelo sencillo para analizar usando las herramientas presentadas, simular numéricamente y emitir el informe técnico correspondiente. Implementar un generador de ruido anómalo Hosking y repetir lo anterior usando el método Wagner-Platen.

Unidad 5. Control de procesos estocásticos

Implementar un controlador para procesos estocásticos, excitados por ruidos Gaussianos y por Gaussianos fraccionarios. Los controladores deberán estar codificados para Matlab o similar, y sus desempeños deben ser documentados en un informe técnico que resuma las nuevas experiencias.

Actividades de Laboratorio

- 1.- Cálculo estocástico en situaciones típicas mediante Matlab.
- 2.- Análisis estocástico de ecuaciones típicas mediante Matlab.
- 3.- Ecuaciones diferenciales estocásticas de procesos físicos o económicos clásicos usando Matlab o similar.
- 4.- Control de procesos estocásticos bajo diferentes tipo de ruido mediante Matlab o similar.

2. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	50
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	6
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	20
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	96

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACIÓN TEÓRICA	35
PREPARACIÓN PRACTICA	30
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	6
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
○ PROYECTO Y DISEÑO	25
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	116

3. **BIBLIOGRAFÍA**

Unidad 1. Teoría de probabilidad.

- Bob Andersen. Set Theory and the Construction of Numbers. Disponible en <http://www.uwec.edu/andersrn/sets.htm>.
- Papoulis, Athanasios, 2002. Probability, Random Variables and Stochastic Processes. McGraw-Hill Companies; fourth edition.
- Gray, Robert M., Davisson, Lee D., 2004. An Introduction to Statistical Signal Processing. Cambridge University Press.

Unidad 2. Cálculo estocástico

- Papoulis, Athanasios, 2002. Probability, Random Variables and Stochastic Processes. McGraw-Hill Companies; fourth edition.
- Protter.P.E. 2004, Stochastic integration and differential equations (2nd Ed.). Springer Germany.
- Gray, Robert M., Davisson, Lee D., 2004. An Introduction to Statistical Signal Processing. Cambridge University Press.

Unidad 3. Análisis estocástico

- Parzen, E., 1962. Stochastic processes. Holden-Day Inc.
- Loeve, M., 1991. Probability theory II. Springer-Verlag Heidelberg New York.
- Papoulis, Athanasios, 2002. Probability, Random Variables and Stochastic Processes. McGraw-Hill Companies; fourth edition.

Unidad 4. Ecuaciones diferenciales estocásticas

- Øksendal, B. 2000. Stochastic Differential Equations An Introduction with Applications. Fifth Edition, Corrected Printing. Springer-Verlag Heidelberg New York.
- Mandelbrot, B. B., 1983. The Fractal Geometry of Nature, Freeman, San Francisco, CA.
- Dieker, T., 2004. Simulation of fractional Brownian motion. MSc theses, University of Twente, Amsterdam, The Netherlands.

Unidad 5. Control de procesos estocásticos

- Øksendal, B. 2000. Stochastic Differential Equations An Introduction with Applications. Fifth Edition, Corrected Printing. Springer-Verlag Heidelberg New York.
- Hu, Yaozhong, Zhou, Xun Yu, 2005. "Stochastic Control for Linear Systems Driven by Fractional Noises". SIAM Journal on Control and Optimization, Volume 43, Issue 6, (2005) Pp: 2245 - 2277. Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia, PA, USA.
- Bertsekas D., Tsitsiklis, T., 1996. "Neuro-dynamic programming". Athena Scientific.