



Procesos Estocásticos

Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

- Programa Académico: Doctorado en Ingeniería
- Área Temática: Procesos Estocásticos
- Nombre de la asignatura en español e inglés:
- Intensidad de horas semana: 4
- Créditos:4
- Características:

II. *Justificación de la Asignatura*

El nivel de abstracción conceptual que distingue a un magíster/doctor de un ingeniero se verifica principalmente en que el ingeniero tiene la habilidad de seleccionar y utilizar el modelo matemático apropiado para un problema dado (diseño), mientras el magíster/doctor es capaz de elaborar el modelo matemático adecuado para un problema novedoso (investigación). Por eso el investigador necesita una fundamentación matemática mucho más sólida, pues él debe abstraer de una realidad compleja los aspectos más relevantes asociados con un objetivo particular de estudio, y formularlos en el contexto formal y riguroso de las matemáticas. Al operar con el modelo así formulado, se obtendrán conclusiones que podrían remitirse directamente al sistema bajo estudio. La utilidad de estas conclusiones para comprender o controlar el sistema bajo estudio determinará la validez del proceso de modelado matemático.

En todas las disciplinas de la ingeniería, estos modelos matemáticos deben considerar la incertidumbre. En este curso se ofrecen las principales herramientas teóricas y conceptuales para modelar la incertidumbre desde la aleatoriedad: La teoría de los procesos estocásticos. Pero, como se mencionó en el párrafo anterior, estas herramientas se ofrecen no para ser usadas en procesos de diseño sino en procesos de investigación, por lo que cambiaremos el enfoque pragmático con que estos temas se estudian en el pregrado por la formalidad y la rigurosidad que se requiere en un programa de posgrado para formación de investigadores. Con ese propósito, habrá oportunidad de ver ejemplos específicos de modelado probabilístico en automática, comunicaciones y telemática.



Así pues, el curso es una introducción general pero formal a la teoría de los procesos estocásticos para estudiantes que inician su formación de posgrado en ingeniería.

Requisitos previos: El estudiante que haya ganado la admisión al programa de posgrado satisface todos los requisitos para tomar este curso.

III. Propósito del Curso

OBJETIVO GENERAL:

Al final de este curso se espera que los participantes tengan el conocimiento y la habilidad necesarios para plantear y desarrollar modelos matemáticos probabilísticos en ingeniería con la formalidad y la rigurosidad necesarios para sus procesos investigativos.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

El estudiante identificará la incertidumbre como elemento fundamental a ser representado en los modelos matemáticos de ingeniería, repasará los conceptos básicos de probabilidad y variables aleatorias desde la formalidad de la teoría de las mediciones, familiarizándose con la idea del espacio de probabilidad ($\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P}$) y reconociendo la necesidad de ser explícito en su especificación para construir un modelo probabilístico de una realidad ingenieril. El estudiante aprenderá a operar con múltiples variables aleatorias, como suele ocurrir con los modelos probabilísticos en ingeniería, y reconocerá la utilidad de concebir las señales generadas en sistemas de ingeniería como trazas muestrales de procesos estocásticos. Finalmente, el estudiante aprenderá a manipular algunos de los procesos estocásticos más comunes en el modelamiento probabilístico en ingeniería, para lo cual verá ejemplos específicos de automática, comunicaciones y telemática.



IV. Competencias a Lograr

Mientras el ingeniero debe seleccionar y utilizar el modelo probabilístico apropiado para un problema dado (diseño), el nivel de abstracción conceptual del doctor le debe permitir elaborar el modelo adecuado para un problema novedoso (investigación). Por eso el investigador necesita una fundamentación matemática mucho más sólida que le permita abstraer de una realidad compleja los aspectos más relevantes asociados con un objetivo particular de estudio, formularlos en el contexto formal y riguroso de las probabilidades y obtener conclusiones que puedan remitirse directamente al sistema bajo estudio. Por eso, el enfoque pragmático con que estos temas se estudian en el pregrado se cambia por la formalidad y la rigurosidad que se requiere para formación de investigadores.

V. Descripción Analítica de Contenidos: Temas y Subtemas



- Repaso de Teoría de Probabilidades
- Espacio de probabilidad. Probabilidad condicional. Probabilidad total. Regla de Bayes. Independencia. Continuidad de la probabilidad y lemas de Borel-Cantelli.
- Repaso de Variables aleatorias
- Definición. Distribución acumulativa y función de densidad de probabilidad. Media y varianza. Estadísticas de orden superior. Funciones de variables aleatorias. Algunas distribuciones importantes. Cotas en la cola de una distribución. Función característica. Memoria de una distribución.
- Variables aleatorias conjuntas
- Definición. Distribuciones conjunta, marginal y condicional. Independencia. Funciones de variables conjuntas. Convolución, covarianza y correlación. Momentos conjuntos de orden superior. Algunas distribuciones conjuntas importantes.
- Secuencias de variables aleatorias
- Secuencias iid. Suma de secuencias de variables iid. Suma de un número aleatorio de variables aleatorias. Leyes de los grandes números (débil y fuerte). Teorema del límite central. Convergencia de secuencias de variables aleatorias.
- Procesos estocásticos
- Definición y ejemplos. Funciones de valor esperado, autocovarianza y autocorrelación. Procesos independientes, estacionarios, de incrementos independientes, de incrementos estacionarios. Caminata aleatoria. Continuidad, derivadas e integrales estocásticas. Ergodicidad. Transformada Karhunen-Loève.
- Procesos gaussianos y de Poisson
- Procesos de Markov
- Cadenas discretas de Markov. Clasificación de estados. Invarianza y distribución de equilibrio. Cadenas de Markov en tiempo continuo. Ejemplos.
- Teoría de colas
- Modelos M/M y procesos de nacimiento y muerte. Procesos de renovación.
- Sistemas lineales con entradas aleatorias estacionarias
- Procesos AR, MA y ARMA. Análisis en tiempo y frecuencia. Matrices de correlación. Estimación lineal.
- Procesos estocásticos auto-similares
- Movimiento browniano fraccional, ruido gaussiano fraccional. Procesos fractales y multi-fractales

VII. Estrategias Metodológicas y Didácticas



Metodología Pedagógica y Didáctica:

- Clases magistrales para presentación y discusión de temas
- Consulta de literatura especializada
- Solución de tareas

TD: Trabajo directo, TC: Trabajo cooperativo, TA: Trabajo autónomo

Tipo de Curso	Horas			Horas profesor/ semana	Horas Estudiante/semana	Total, Horas Estudiante/ semestre	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Teórico	4	1	4	5	9	144	4

VIII. Recursos

Locativos: laboratorios 507, 508. Salas especializadas Access Grid, CECAD, sala de Investigadores, sala de video conferencias.

Tecnológicos: computadores, software especializado

Didácticos: material audiovisual, diapositivas de las clases.

IX. Criterios de Seguimiento y Evaluación

Para medir el aprovechamiento del curso se asignarán no menos de cinco tareas. Se realizarán dos exámenes parciales con los que se verificará que el estudiante haya realizado las tareas a conciencia. En efecto, los exámenes se diseñarán de forma tal que quienes hayan hecho las tareas oportunamente y a conciencia no tendrán ninguna dificultad en obtener la máxima calificación. El examen final tendrá un peso del 30% en la nota final del curso, los exámenes parciales se ponderarán con el 20% cada uno y las tareas valdrán un 20% de la nota final del curso. El 10% restante se obtendrá de quices esporádicos que se anunciarán con dos minutos de antelación. Con las tareas se pretende que el estudiante adquiera los conocimientos y las destrezas deseadas, mientras que con los exámenes sólo se pretende verificar el logro de ese objetivo. De esta manera, el aprovechamiento de este curso estará directamente relacionado con la dedicación y la conciencia que se ponga en la realización de las tareas.

X. Bibliografías

1. M. Alzate "Apuntes de clase de Procesos Estocásticos", disponible para los participantes en el curso.
2. A. Papoulis. "Probability, Random Variables and Stochastic Processes"
3. Y. Viniotis. "Probability and Random Processes"
4. H. Hsu. "Probability, Random Variables & Random Processes"



XI. Profesores de la Asignatura

Titular Marco Aurelio Alzate Monroy
Participantes curriculares

XII. Requisitos de Calidad

Versión 2.0
Fecha de modificación: 08/02/2019
Última modificación: 09/02/2019