



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

A. IDIOMA DE ELABORACIÓN

Español

B. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso de Procesos Estocásticos aporta con la consolidación de las competencias y conocimientos del futuro profesional de estadística para modelar fenómenos con el fin de realizar inferencias sobre su comportamiento y evolución, el curso comprende el estudio de los fundamentos básicos, propiedades y aplicaciones de la teoría de procesos estocásticos, el estudio de los procesos de conteo, la esperanza condicional y las Martingalas.
--

C. CONOCIMIENTOS PREVIOS DEL CURSO

Variables aleatorias: distribuciones y sus momentos Inferencias y Sucesiones de variables aleatorias

D. OBJETIVO GENERAL

Analizar procesos estocásticos utilizados con mayor frecuencia para modelar matemáticamente situaciones o fenómenos naturales con el fin de que el estudiante establezca la idoneidad para predecir el comportamiento futuro.

E. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL CURSO

El estudiante al finalizar el curso estará en capacidad de:

1	Determinar las distribuciones marginales y condicionales de una distribución conjunta de variables aleatorias con el fin de calcular los momentos estadísticos, tales como medias y variancias condicionales.
2	Distinguir cuando un proceso estocástico es estacionario en sentido estricto o amplio, con el fin de que el estudiante realice inferencias sobre el comportamiento futuro del proceso.
3	Aplicar la teoría de cadenas de Markov en problemas de la vida real, de tal manera que el estudiante contribuya con soluciones donde se requiera de una definición del modelo, determinación del tiempo de ocupación de un servidor o asignación de operarios en sistemas de espera.
4	Diferenciar los procesos de conteo, de Poisson, de renovación, Wiener y nacimiento-muerte con el fin de establecer un modelo matemático que permita entender correctamente la evolución y desarrollo futuro de determinado problema.

F. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Aprendizaje asistido por el profesor	✓
Aprendizaje cooperativo/colaborativo:	✓
Aprendizaje de prácticas de aplicación y experimentación:	✓
Aprendizaje autónomo:	✓



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

G. EVALUACIÓN DEL CURSO

Actividades de Evaluación	DIAGNÓSTICA	FORMATIVA	SUMATIVA
Exámenes			✓
Lecciones		✓	
Tareas		✓	
Proyectos			
Laboratorio/Experimental			
Participación en Clase			
Visitas			
Otras			

H. PROGRAMA DEL CURSO

UNIDADES	Horas Docencia UNIDAD
1.- Preliminares	
1.1.- Axiomas y leyes de probabilidad	
1.2.- Variables aleatorias: funciones de distribución y momentos	
1.3.- Distribuciones conjuntas: Vectores aleatorios, distribuciones marginales y condicionales	7
1.4.- Distribuciones muestrales: Ley de los grandes números y teorema del límite central	
2.- Procesos Estocásticos	
2.1.- Definición y clasificación	
2.2.- Procesos estacionarios en sentido estricto y amplio	4
2.3.- Procesos estocásticos relevantes	
2.4.- Procesos ergódicos	
3.- Caminatas aleatorias	
3.1.- Definición y Clasificación	
3.2.- Probabilidades de transición	7
3.3.- Retornos al origen	
4.- Cadenas de Markov	
4.1.- Cadenas de Markov a tiempo discreto	
4.2.- Matriz de transición	
4.3.- Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov	
4.4.- Clasificación de estados	10
4.5.- Estado estable	
4.6.- Tiempos de primera pasada	
4.7.- Cadenas de Markov a tiempo continuo	
5.- Procesos de Poisson	
5.1.- Procesos de conteo	
5.2.- Procesos de Poisson homogéneos: definición, propiedades y aplicaciones	9
5.3.- Procesos no homogéneos de Poisson: definición-aplicaciones	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

H. PROGRAMA DEL CURSO

UNIDADES	Horas Docencia UNIDAD
6.- Procesos de Renovación	3
6.1.- Definición y ejemplos	
6.2.- Propiedades - Aplicaciones	
7.- Procesos de Wiener	4
7.1.- Movimiento Browniano	
7.2.- Propiedades - Aplicaciones	
8.- Análisis espectral	4
8.1.- El dominio de frecuencia	
8.2.- Densidad espectral de potencia	
8.3.- Densidad espectral en sistemas LTI	
8.4.- Densidades espectrales en señales binarias	
8.5.- Espectro de covarianza	

I. RECURSO BIBLIOGRÁFICO

BÁSICA	1.- Ross, Sheldon M.. (INGRESAR Año Publicación). Introduction to probability models. ((hardcover : alk. paper)). INGRESAR Lugar Publicación: INGRESAR Editorial. ISBN-10: 0123756863, ISBN-13: 9780123756862
COMPLEMENTARIA	1.- Wackerly, Dennis D. & Mendenhall, William & Scheaffer, Richard L.. (INGRESAR Año Publicación). Mathematical statistics with applications. (Second). INGRESAR Lugar Publicación: INGRESAR Editorial. ISBN-10: 0495110817, ISBN-13: 9780495110811 2.- Taylor, Howard Francis & Karlin, Samuel. (INGRESAR Año Publicación). An introduction to stochastic modeling. ((alk. paper)). INGRESAR Lugar Publicación: INGRESAR Editorial. ISBN-10: 0126848874, ISBN-13: 9780126848878 3.- Karatzas, Ioannis & Shreve, Steven E.. (INGRESAR Año Publicación). Brownian motion and stochastic calculus. ((New York Berlin Heidelberg) :\$46.54). INGRESAR Lugar Publicación: INGRESAR Editorial. ISBN-10: 0387976558, ISBN-13: 9780387976556

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

1.- Preliminares

Introducción a la unidad

Repaso general de los conceptos necesarios para el desarrollo del curso, se revisa los conceptos de distribuciones conjuntas para dos o más variables aleatorias, el concepto de correlación e independencia.

Subunidades

1.1.- Axiomas y leyes de probabilidad
1.2.- Variables aleatorias: funciones de distribución y momentos
1.3.- Distribuciones conjuntas: Vectores aleatorios, distribuciones marginales y condicionales
1.4.- Distribuciones muestrales: Ley de los grandes números y teorema del límite central



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

Objetivos de Aprendizaje

1.1.- Diferenciar entre una distribución marginal y una condicional con sus respectivos momentos estadísticos
1.2.- Inferir el comportamiento probabilístico de la media de una variable aleatoria a partir del teorema del Límite Central

Actividades

1.1.- Clase magistral

Se expondrán los conceptos teóricos fundamentales sobre distribuciones multivariantes, mediante el enunciado de definiciones y teoremas. Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados

1.2.- Clase magistral

Se explicarán los conceptos que constituyen la ley de los grandes números y el teorema del Límite Central, sus diferencias y semejanzas. Se profundizará en estos conceptos clave a través de ejemplos y casos prácticos

1.3.- Práctica

A partir de datos reales y simulados se pedirá a los estudiantes la aplicación de los conocimientos impartidos, mediante el cálculo de distribuciones marginales y condicionales. La obtención de medias y varianzas.

1.4.- Trabajo autónomo

Se proporcionará al estudiante un conjunto de datos para que reproduzca los conocimientos aprendidos en clase

Otros Recursos

1.1.- (Proyector) Video sobre estadística

Se proyectará el video de Hans Rosling sobre la importancia de la estadística en el mundo actual:

2.- Procesos Estocásticos

Introducción a la unidad

Se hacen las definiciones formales de proceso estocástico, procesos estacionarios en sentido fuerte y débil, (o también en sentido estricto o amplio). Se hace una clasificación general de los procesos estocásticos. Se introduce la propiedad de ergodicidad en los procesos estocásticos.

Subunidades

2.1.- Definición y clasificación
2.2.- Procesos estacionarios en sentido estricto y amplio
2.3.- Procesos estocásticos relevantes
2.4.- Procesos ergódicos

Objetivos de Aprendizaje

2.1.- Discriminar cuando un evento constituye un proceso estocástico.
2.2.- Diferenciar los distintos tipos de procesos estocásticos
2.3.- Comprender la propiedad de ergodicidad y su utilidad

Actividades

2.1.- Clase magistral

Exposición de las definiciones y conceptos teóricos fundamentales sobre procesos estocásticos, Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados

2.2.- Clase magistral

Se expondrán los criterios estadísticos que permiten la clasificación de los diferentes procesos estocásticos y se verán ejemplos que van a ser desarrollados a lo largo del curso.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

2.3.- Trabajo autónomo

El estudiante deberá resolver una serie de ejercicios, seleccionados por el profesor, que tengan que ver con la clasificación de procesos encontrados en la vida real.

3.- Caminatas aleatorias

Introducción a la unidad

En esta unidad se explicará rigurosamente las ideas básicas del modelo de Caminatas Aleatorias: definición y clasificación, que ayudarán a modelar y analizar la incertidumbre de varios fenómenos físicos, económicos y sociales.

Subunidades

3.1.- Definición y Clasificación
3.2.- Probabilidades de transición
3.3.- Retornos al origen

Objetivos de Aprendizaje

3.1.- Diferenciar entre una caminata aleatoria homogénea y una no homogénea.
3.2.- Analizar la incertidumbre en el estudio de comportamiento utilizando modelos probabilísticos como la caminata aleatoria.
3.3.- Interpretar la implicaciones del llamado teorema de la votación

Actividades

3.1.- Clase Magistral

Presentar los conceptos básicos para el entendimiento del modelo y propiedades de Caminatas Aleatorias.

3.2.- Trabajo Autónomo

Investigar y exponer aplicaciones de las Caminatas Aleatorias

3.3.- Clase Magistral

Se analizará el teorema de la votación y sus implicaciones estadísticas

3.4.- Trabajo autónomo

El profesor proporcionará una serie de ejercicios para que los estudiantes pongan en práctica los temas estudiados

4.- Cadenas de Markov

Introducción a la unidad

Se estudia los fundamentos básicos, propiedades y aplicaciones de las cadenas de Markov y procesos de decisión Markovianas en el modelamiento de sistemas reales.

Subunidades

4.1.- Cadenas de Markov a tiempo discreto
4.2.- Matriz de transición
4.3.- Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov
4.4.- Clasificación de estados
4.5.- Estado estable
4.6.- Tiempos de primera pasada
4.7.- Cadenas de Markov a tiempo continuo



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

Objetivos de Aprendizaje

4.1.- Reconocer la presencia de la propiedad de Markov en un proceso dado
4.2.- Construir el diagrama y la matriz de transición para cualquier proceso de Markov.
4.3.- Determinar las condiciones cuando una cadena de Markov puede alcanzar el estado estable.
4.4.- Determinar los tiempos medios de primera pasada

Actividades

4.1.- Clase Magistral

Se presentarán los fundamentos básicos de las cadenas de Markov a tiempo discreto y continuo con aplicaciones en el campo profesional de distintas áreas.

4.2.- Trabajo Colaborativo

Investigar y exponer aplicaciones de las Cadenas de Markov

4.3.- Clase Magistral

Se proporcionarán las definiciones necesarias para la clasificación de los diferentes estados de una cadena de Markov

4.4.- Clase Magistral

Se presentará el concepto de periodicidad y el de ergodicidad en una cadena de Markov

4.5.- Trabajo Autónomo

El profesor proporcionará una serie de ejercicios para que los estudiantes pongan en práctica los temas estudiados

5.- Procesos de Poisson

Introducción a la unidad

Dentro de los llamados procesos de conteo tenemos a los procesos de Poisson, estos tienen una gran variedad de aplicaciones en particular en investigación de operaciones y ciencias socioeconómicas.

Subunidades

5.1.- Procesos de conteo
5.2.- Procesos de Poisson homogéneos: definición, propiedades y aplicaciones
5.3.- Procesos no homogéneos de Poisson: definición-aplicaciones

Objetivos de Aprendizaje

5.1.- Distinguir los procesos de conteo de incrementos independientes y estacionarios.
5.2.- Explicar la definición de los procesos de Poisson como un caso particular de los procesos de conteo.
5.3.- Comprender la relación de la distribución de Poisson y la distribución geométrica que se presenta en los procesos de Poisson
5.4.- Discriminar en que situaciones la homogeneidad del proceso no se cumple para utilizar los procesos de Poisson no homogéneos

Actividades

5.1.- Clase magistral

Exposición de los conceptos teóricos fundamentales sobre los procesos de Poisson tales como: homogeneidad, tiempo de arribo, tiempos entre arribos, tasa o intensidad del proceso. Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados

5.2.- Clase magistral

Exposición de los llamados procesos no homogéneos, explicación de la tasa o intensidad variable. Ejemplos sobre los temas tratados



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

5.3.- Trabajo autónomo

El estudiante deberá resolver una serie de ejercicios, seleccionados por el profesor, donde discrimine que procesos son homogéneos y no homogéneos.

6.- Procesos de Renovación

Introducción a la unidad

Una generalización de los procesos de Poisson son los procesos de renovación, en estos procesos los tiempos entre arribos no son necesariamente exponenciales. Las aplicaciones de este tipo de procesos se encuentran en la denominada teoría de la confiabilidad.

Subunidades

6.1.- Definición y ejemplos
6.2.- Propiedades - Aplicaciones

Objetivos de Aprendizaje

6.1.- Discriminar cuando un evento real o simulado corresponde a un proceso de renovación.
6.2.- Construir el modelo matemático adecuado a las características particulares de un proceso de renovación

Actividades

6.1.- Clase magistral

Exposición de los conceptos teóricos fundamentales sobre los procesos de renovación tales como: tiempo de vida, función de renovación, ecuación de renovación. Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados

6.2.- Trabajo autónomo

El estudiante deberá resolver una serie de ejercicios, donde discrimine si son procesos de renovación y a su vez responda las consignas solicitadas.

7.- Procesos de Wiener

Introducción a la unidad

Los procesos de Wiener constituyen el modelo matemático del denominado movimiento Browniano (que es el que se observa en las partículas de polen o anilina disueltas en agua). estos procesos en particular se distinguen porque sus incrementos tienen una distribución normal y son los que estudiaremos en este apartado.

Subunidades

7.1.- Movimiento Browniano
7.2.- Propiedades - Aplicaciones

Objetivos de Aprendizaje

7.1.- Inferir las principales propiedades estadísticas de estos procesos, partiendo de las definiciones.
7.2.- Interpretar a los procesos de Wiener como un movimiento browniano y entender sus propiedades desde un punto de vista físico
7.3.- Comprender la principales propiedad de este tipo de procesos.

Actividades

7.1.- Clase magistral

Exposición de los conceptos teóricos fundamentales sobre los procesos de Wiener tales como: estacionariedad de sus intervalos y la normalidad de los mismos. Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
CONTENIDO DE CURSO
PROCESOS ESTOCÁSTICOS
ESTG1003

J. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES

7.2.- Clase magistral

Se presenta una explicación detallada del movimiento browniano desde el punto de vista de los procesos estocásticos

7.3.- Trabajo autónomo

El estudiante deberá resolver una serie de ejercicios, seleccionados por el profesor, que tengan que ver con procesos de Wiener

8.- Análisis espectral

Introducción a la unidad

Cuando se estudia un proceso estocástico se lo puede hacer desde dos ópticas diferentes: la primera es el dominio temporal, el tiempo como variable fundamental el cual corresponde a todo lo visto en el presente curso. La segunda estrategia es mirar desde el punto de vista de la frecuencia, denominado análisis espectral para lo cual es necesario conocer la transformada de Fourier.

Subunidades

8.1.- El dominio de frecuencia
8.2.- Densidad espectral de potencia
8.3.- Densidad espectral en sistemas LTI
8.4.- Densidades espectrales en señales binarias
8.5.- Espectro de covarianza

Objetivos de Aprendizaje

8.1.- Diferenciar los dos distintos enfoques del estudio de un proceso estocástico: el temporal y el de la frecuencia.
8.2.- Diferenciar como opera la densidad espectral de potencia vs la densidad de probabilidad usual
8.3.- Distinguir las principales propiedades espectrales de las señales binarias de los procesos estocásticos binarios

Actividades

8.1.- Clase magistral

Exposición de los conceptos teóricos fundamentales sobre la densidad espectral de potencia. Las principales propiedades de la densidad espectral. Se proporcionarán ejemplos sobre los temas tratados

8.2.- Clase magistral

Las señales vistas como un proceso estocástico. La densidad espectral de una señal binaria. Definiciones y propiedades. Ejemplos

8.3.- Trabajo autónomo

Ejercicios de cálculos de densidades espectrales.

K. RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL CONTENIDO DE CURSO

Profesor	Correo	Participación
VALDIVIEZO JANET PATRICIA	jvaldi@espol.edu.ec	Colaborador
RAMIREZ FIGUEROA JOHN ALEX	jramirez@espol.edu.ec	Colaborador
ROA LOPEZ HEYDI MARIANA	hroa@espol.edu.ec	Colaborador
CEVALLOS QUIMI LISSETHY SOLANGE	lscevall@espol.edu.ec	Coordinador de materia