

## PROGRAMA DE CURSO

### PROBABILIDAD Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)					
Nombre del curso	Probabilidad y procesos estocásticos	Código	EL3104	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Probability and random processes</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA2001: Cálculo en varias variables					

#### B. Propósito del curso:

El curso entrega nociones fundamentales de la teoría de probabilidades y procesos estocásticos. Los y las estudiantes resuelven problemas asociados a distintas áreas de la ingeniería eléctrica, que involucren conceptos de la comprensión de datos y/o identificación de sistemas lineales. Para esto, por una parte, caracterizan y cuantifican fuentes de incertidumbre y, por otra, modelan fenómenos físicos dentro del ámbito de la ingeniería eléctrica, utilizando conceptos tales como objetos aleatorios discretos, de dimensión finita y procesos estocásticos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Caracteriza y cuantifica fuentes de incertidumbre, considerando conceptos y herramientas de la teoría de probabilidades y procesos estocásticos, en el contexto de la modelación de fenómenos físicos y análisis de datos.
CE2, CE5	RA2: Modela fenómenos físicos en el ámbito de la ingeniería eléctrica y sus aplicaciones, utilizando conceptos, tales como, objetos aleatorios discretos, de dimensión finita y procesos estocásticos.
	RA3: Resuelve problemas asociados a diversas aplicaciones de la ingeniería eléctrica, que involucren la compresión de datos y/o identificación de sistemas lineales, usando conceptos y herramientas de la teoría de probabilidades y procesos estocásticos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Expone argumentos, de manera clara y concisa, sobre las soluciones obtenidas en la resolución de problemas de compresión de datos y/o identificación de sistemas lineales, considerando en su escrito, conceptos teóricos básicos para justificar sus resultados.
CG4	RA5: Resuelve con su equipo problemas asociados a compresión de datos y/o identificación de sistemas lineales, considerando una planificación y una evaluación crítica de su quehacer.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Espacios de probabilidades	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Mirada filosófica y contexto histórico de las probabilidades. 1.2. Nociones de proporción (combinatorias). 1.3. Espacios de probabilidad (discretos y continuos) y sigma álgebra. 1.4. Medidas de probabilidad: axiomas y construcción, caso discreto (FPM) y continuo (FDP). 1.5. Probabilidad condicional e Independencia.		El/la estudiante: 1. Usa conceptos de la teoría de probabilidades para el análisis de un fenómeno y sus variables asociadas. 2. Resuelve problemas de análisis de datos, identificando fuentes de incertidumbre. 3. Utiliza medidas de probabilidades para el análisis de un fenómeno. 4. Cuantifica incertidumbre, considerando medidas de probabilidad sobre ocurrencia de eventos.	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 2. (2) Capítulo 1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Variables, vectores y procesos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Variables aleatorias. 2.2. Probabilidad inducida y función de distribución. 2.3. Vector aleatorio (distribución conjunta multidimensional, distribución marginal). 2.4. Series de tiempo. 2.5. Vector Gaussiano. 2.6. Independencia y probabilidad condicional en el contexto de variables, vectores y procesos. 2.7. Procesos estocásticos como objetos aleatorios.		El/la estudiante: 1. Utiliza variables y vectores aleatorios para el modelamiento de incertidumbre, en el contexto de los procesos estocásticos. 2. Extrae conclusiones sobre la relación entre objetos aleatorios, considerando independencia y probabilidad condicional. 3. Modela series de tiempo aleatorias, en el contexto del análisis de datos y aplicaciones en ingeniería eléctrica (por ejemplo, temas de control, comunicaciones, entre otros).	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 3. (2) Capítulo 2.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Esperanza de variables aleatorias	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Esperanza de variables y vectores aleatorios. 3.2. Propiedades del operador esperanza. 3.3. Esperanza de funciones de variables y vectores aleatorios ( <i>Fundamental Theorem of Expectation</i> ). 3.4. Estadísticos de primer y segundo orden: medias, correlaciones y covarianzas (y sus propiedades). 3.5. Esperanza condicional. 3.6. Función característica.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usa estadísticos de primer y segundo orden (media, correlación y covarianza) en la cuantificación de atributos y relaciones entre objetos aleatorios.</li> <li>2. Resuelve problemas asociados al cálculo de esperanzas de variables y vectores aleatorios.</li> <li>3. Predice la distribución de un objeto aleatorio a partir de sus momentos.</li> <li>4. Modela fenómenos físicos de la ingeniería eléctrica, en el contexto de variables aleatorias.</li> <li>5. Trabaja planificadamente con su equipo en la resolución de problemas de esperanza de variables aleatoria.</li> <li>6. Argumenta por escrito, las soluciones obtenidas fundamentando, de manera concisa, los resultados obtenidos en problemas de esperanzas de variables aleatorias.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 4. (2) Capítulo 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4	Nociones de convergencia de variables aleatorias y ley de los grandes números	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Nociones de convergencias de variables aleatorias (en probabilidad, casi segura, en distribución y en media cuadrática). 4.2. Desigualdad de Markov y Chebicheff. 4.3. Ley débil de los grandes números e implicancias del resultado.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Mide concentración de las medias empíricas en torno a su media, considerando las desigualdades de dicha concentración.</li> <li>Aplica distintos conceptos de convergencia de variables aleatoria al análisis de series de tiempo aleatorias.</li> <li>Resuelve problemas, utilizando nociones de convergencia de variables aleatorias y ley de los grandes números.</li> <li>Argumenta por escrito sobre los resultados obtenidos en problemas de variables aleatorias y ley de los grandes números asociados a tareas y ejercicios.</li> <li>Utiliza nociones de convergencia de variable aleatoria en ejemplos de aplicaciones de Ingeniería Eléctrica.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 4.17	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA4	Fundamentos de procesos estocásticos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Estacionariedad en sentido amplio y estricto. 5.2. Análisis de segundo orden. 5.3. Procesos estocásticos en sistemas lineales: cálculo estocástico. 5.4. Ergodicidad.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Describe la estacionariedad en procesos estocásticos en sentido amplio y estricto.</li> <li>Usa estadísticos de primer y segundo orden en la descripción de procesos.</li> <li>Caracteriza relaciones de entrada y salida en sistemas dinámicos lineales, usando conceptos de cálculo estocástico.</li> <li>Plantea por escrito, argumentos con los cuales justifica, de manera concisa, los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 5 y capítulo 4.18. (2) Capítulo 2.	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes metodologías de enseñanza:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.

### F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Controles (2)	Evalúan los RA1, RA2
Tareas (2 a 3)	Evalúan los RA1, RA2, RA4, RA5
Examen	Evalúa los RA1, RA2, RA3

### G. Recursos bibliográficos:

#### Bibliografía obligatoria:

1. Gray, R. y Davisson. L.D. (2004). *An Introduction to Statistical Signal Processing*.
2. Gray, R. (2009). *Probability, Random Process and Ergodic Properties*, second edition.

### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Jorge Silva y Marcos Orchard
Validado por:	Validación primera y segunda validación CTD ampliado de Eléctrica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular