



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO:** CIENCIAS BÁSICAS

**CARRERA:** INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

INGENIERÍA ELECTRICISTA

INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

**PLAN DE ESTUDIO:** 2010 - 2004 - 2021

**MODALIDAD DE CURSADO:** PRESENCIAL

**ORIENTACIÓN:** Ingeniería en Telecomunicaciones:

Radio Comunicaciones y Telecomunicaciones (E1)

Servicios de Datos y Sistemas Multimediales (E2)

Sistemas Embebidos (E3)

Ingeniería Electricista:

Sistemas Electrónicos Industriales

Sistemas Eléctricos de Potencia

**ASIGNATURA:** PROBABILIDAD Y PROCESOS ALEATORIOS

**CÓDIGO:** 0454

**DOCENTE RESPONSABLE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Mercedes Carnero	Dra. en Ingeniería Química	Profesora Titular	Exclusiva

**EQUIPO DOCENTE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Mercedes Carnero	Dra. en Ingeniería Química	Profesora Titular	Exclusiva
Javier Marchessi	Ingeniero Electromecánico	Profesor Adjunto	Exclusiva
Carlos Carosio	Magister en Dirección de Negocios. Ingeniero en Telecomunicaciones	Jefe de trabajos prácticos	Semi-Exclusiva

**AÑO ACADÉMICO:** 2022

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:** Obligatoria

**RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA:** Cuatrimestral

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO:** 2DO. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

**RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:**

**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0409	-

*MLG*



### INGENIERÍA ELECTRICISTA (\*)

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0403	-

(\*) Para cursar asignaturas de tercer año en adelante se debe haber rendido Inglés Nivel I

### INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0404	0402

### ASIGNACIÓN DE HORAS:

Horas Totales		(75 h)
Semanales		(5 h)
Teóricas		(30 h)
Prácticas	Resolución de problemas	(45 h)
	Laboratorio	(... h)
	Proyecto	(... h)
	Trabajo de campo	(... h)
Teórico-Prácticas		(... h)

### FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:

La asignatura pertenece al Ciclo de Formación Básica de las carreras de Ingeniería Electricista e Ingeniería en Telecomunicaciones.

El objetivo principal del estudio de esta asignatura es contribuir a la formación del pensamiento lógico-deductivo del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje operativo que permita modelar los problemas que se presentan comúnmente en ingeniería.

Aunque a nivel de grado la formación del alumno de ingeniería se concentra en el desarrollo de su capacidad de análisis y diseño de componentes y sistemas a partir de modelos determinísticos, existen áreas de aplicación industrial donde se torna necesario contar con conocimientos en Probabilidad, Estadística y Procesos Estocásticos; baste como ejemplo mencionar las área de Control Estadístico de Procesos, Análisis de Confiabilidad de Componentes y Sistemas, Análisis y Diseño de Equipamiento en Telecomunicaciones, Procesamiento de Señales, etc.



Los contenidos del programa corresponden a un curso de probabilidad aplicada a Ingeniería, así como una introducción a los principales conceptos de muestreo aleatorio, estimación de parámetros poblacionales y procesos aleatorios.

El curso consiste en clases teóricas, prácticos de aula y trabajos en laboratorio de informática que permiten dar una noción integral de la asignatura tendiente a desarrollar las capacidades asociadas a las competencias descritas para las carreras de ingeniería electricista e ingeniería en telecomunicaciones.

### **OBJETIVOS PROPUESTOS:**

Adquirir los conceptos fundamentales de la Teoría de Probabilidad. Introducirse en los conocimientos elementales correspondientes a Inferencia Estadística y Procesos aleatorios con especial énfasis en las potenciales aplicaciones en Ingeniería.

#### **Objetivos específicos:**

- Adquirir los conocimientos básicos correspondientes a variables aleatorias y sus funciones de distribución: de probabilidad y acumulada.
- Identificar los distintos modelos probabilístico discretos y continuos, comúnmente utilizados en el análisis en ingeniería eléctrica y en ingeniería en telecomunicaciones.
- Adquirir los conocimientos básicos correspondientes a muestreo aleatorio, estimación de parámetros poblacionales y distribuciones muestrales.
- Adquirir los conocimientos básicos correspondientes a procesos aleatorios comúnmente utilizados en el análisis y diseño de procesos en ingeniería.

### **COMPETENCIAS:**

- **Competencias genéricas:**

#### **1- Competencia Genérica: Competencia para identificar, formular y resolver problemas.**

1. a. Capacidad para identificar y formular problemas

1. b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la más adecuada.



- 2- **Competencia Genérica: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.**
  2. a.- Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
  2. b.- Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas.
- 3- **Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global**
  3. a. Capacidad para actuar éticamente.
  3. b. Capacidad para aprender en forma continua y autónoma.
  3. d. Actuar con espíritu emprendedor

- **Competencias específicas:**

1- **Competencia específica:** Competencia para desarrollar destreza en el planteo y resolución de problemas de ingeniería donde la incertidumbre juega un rol fundamental.

2- **Competencia específica:** Competencia en la utilización e interpretación de resultados provistos por herramientas computacionales adecuadas para la manipulación de modelos probabilísticos. Competencia para seleccionar los modelos no determinísticos más adecuados para situaciones sencillas que pueden presentarse en Ingeniería y para simular procesos aleatorios elementales.

3- **Competencia específica:** Se espera fomentar en el alumno la responsabilidad ética de sus funciones promoviendo los principios de honestidad e integridad personal. Se promoverá además la capacidad de reconocer la necesidad de convocar a otros profesionales o expertos cuando los problemas superen sus conocimientos o experiencia, así como el respeto hacia la confidencialidad de sus actividades.

## **EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:**

### **TEMA 1: PROBABILIDAD**

1.1- Modelos matemáticos: determinísticos y estocásticos. Experimentos aleatorios. Espacio muestral: discreto y continuo. Eventos o sucesos: simples y compuestos. Operaciones con eventos: unión, intersección, complemento. Eventos mutuamente excluyentes.



- 1.2.- Axiomas de probabilidad. Propiedades. Espacio muestral finito. Espacio muestral finito equiprobable. Combinatoria.
- 1.3.- Probabilidad condicional. Teorema de multiplicación probabilidades. Teorema de la probabilidad total. Teorema de Bayes. Eventos mutuamente independientes.

## **TEMA 2: VARIABLES ALEATORIAS**

- 2.1.-Concepto de variable aleatoria. Variables aleatorias escalares y variables aleatorias vectoriales. Función de distribución de probabilidades. Función de distribución acumulada. Casos: discreto y continuo.
- 2.2.- Distribución de probabilidad conjunta. Distribuciones marginales. Distribución condicional. Variables aleatorias independientes. Caso discreto y continuo.
- 2.3.- Esperanza matemática. Momentos. Función característica y función generadora de momentos. Varianza. Covarianza. Propiedades. Caso discreto y continuo. Teorema de Tchebychev.

## **TEMA 3: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD**

- 3.1.- Distribución uniforme: media y varianza. Distribución binomial: Media y varianza. Extensión de la distribución binomial: distribución multinomial. Distribución hipergeométrica: media y varianza, aproximación por la binomial. Extensión de la distribución hipergeométrica a una partición de K celdas.
- 3.2.- Distribución de Poisson: media y varianza. La distribución de Poisson como una aproximación a la binomial. Distribución geométrica, Distribución de Pascal: medias y varianzas.
- 3.3.- Distribución Normal univariada: Media y varianza. Distribución Normal estándar. Aproximación de la normal a la binomial (Enunciado del Teorema de Moivre- Laplace). Distribución normal truncada. Distribución normal multivariada.
- 3.4.- Distribución Gamma, exponencial y Chi-cuadrada. Distribución de Weibull. Medias y varianzas.



## CAPITULO 4: CONFIABILIDAD

- 4.1.- Ley de los grandes números (forma de Bernoulli). Propiedad reproductiva de la distribución normal. Enunciado del Teorema Central del Límite. Aplicaciones.
- 4.2.- Confiabilidad. Definición, tasa instantánea de falla. Confiabilidad de sistemas en serie y en paralelo.

## TEMA 5: MUESTREO ALEATORIO. INTRODUCCIÓN A LA INFERENCIA ESTADÍSTICA.

- 5.1.- Muestras aleatorias. Estadísticos. Distribuciones muestrales. Distribución de la media muestral. Distribución de la varianza muestral.
- 5.2.- Diagrama de tallo y hojas. Tablas de frecuencia, histogramas. Gráficos de caja y bigote (box plots). Gráficos de probabilidad.
- 5.3.- Estimación puntual de parámetros del modelo. Estimación puntual por el método de los momentos. Estimadores de máxima verosimilitud.
- 5.4.- Optimalidad de los estimadores. Estimación insesgada y error estándar. Error cuadrático medio. Estimadores consistentes
- 5.5.- Estimación por intervalos de parámetros poblacionales.

## TEMA 6: INTRODUCCION A LOS PROCESOS ALEATORIOS

- 6.1.- Definición de procesos aleatorios: estructura probabilística; clasificación de los procesos aleatorios. Ejemplos de procesos aleatorios. Proceso binomial. Caminata aleatoria.
- 6.2.- Cadenas de Markov en tiempo discreto. Definiciones básicas. Comportamiento de transición de las cadenas de Markov en tiempo discreto. Comportamiento estacionario de las cadenas de Markov en tiempo discreto.
- 6.3.- El proceso de Poisson. Definiciones Básicas. Tiempos entre eventos. Sumas de procesos de Poisson. Distribución condicional de los tiempos entre eventos. Extensiones del modelo de Poisson. Ejemplos de simulación.

*Am Cep*



### FORMAS METODOLÓGICAS:

Se realiza una clase teórica-práctica de 2 horas de duración en el Laboratorio de Informática de la FI-UNRC orientada al desarrollo de los fundamentos conceptuales y metodológicos complementada con el uso de la Statistics Toolbox MATLAB® Version 7.0, y una práctica de 3 horas de duración en aula orientada al análisis y resolución de problemas, ambas una vez por semana. Se propone utilizar además. El material didáctico será soportado en la Plataforma SIAL, en la que los estudiantes acceden al material y comunicaciones de la asignatura.

### PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:

El equipo encargado del dictado de la asignatura es interdisciplinario y participa en el dictado de otras materias del ciclo básico, del ciclo superior y del posgrado en la Facultad. Desde esta realidad se promueve la interacción constante con materias afines al desarrollo de la asignatura.

### CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS.

Semana	CONTENIDOS	Carácter de las actividades
1	Experimentos aleatorios. Eventos. – Axiomas de probabilidad	Teórico-práctico
2	Técnicas de Conteo. Probabilidad condicional. Teorema de Bayes-Teorema de la Probabilidad Total.	Teórico-práctico
3	Variables aleatorias discretas, continuas. Caso unidimensional.	Teórico-práctico
4	Distribuciones de probabilidad conjunta. Distribuciones Marginales y condicionales.	Teórico-práctico
5	Esperanza matemática. Varianza-Teorema de Tchebychev.	Teórico-práctico
6	Distribuciones discretas. Binomial. Poisson, geométrica y Pascal.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
7	Distribución Normal univariada: Media y varianza. Distribución Normal estándar. Aproximación de la normal a la binomial (Enunciado del Teorema de Moivre- Laplace). Distribución normal multivariada.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
7	<b>PRIMER PARCIAL</b>	

*M Cep*



8	Familia de distribuciones Gamma. Distribución de Weibull. Ley de los grandes números. Teorema Central del Límite.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
9	<b>RECUPERATORIO PRIMER PARCIAL</b>	
9	Confiabilidad de componentes y sistemas. Muestreo aleatorio. Estadísticos	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
10	Distribuciones muestrales- Distribución de la media y la varianza muestral.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
11	Construcción de estimadores puntuales. Propiedades. Intervalos de confianza.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
12	Definición de procesos aleatorios: estructura probabilística; clasificación de los procesos aleatorios. Ejemplos de procesos aleatorios. Proceso binomial. Caminata aleatoria.	Teórico-práctico. Utilización de Software dedicado
13	Cadenas de Markov en tiempo discreto. Definiciones básicas. Comportamiento de transición de las cadenas de Markov en tiempo discreto. Comportamiento estacionario de las cadenas de Markov en tiempo discreto.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
14	El proceso de Poisson. Definiciones Básicas. Tiempos entre eventos. Sumas de procesos de Poisson. Distribución condicional de los tiempos entre eventos. Extensiones del modelo de Poisson. Ejemplos de simulación.	Teórico-práctico Utilización de Software dedicado
15	<b>SEGUNDO PARCIAL-RECUPERATORIO SEGUNDO PARCIAL</b>	

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

Título	Autor/es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Apuntes de Cátedra <sup>(1)</sup>	Equipo docente		2016	
Probabilidad y Estadística para Ingenieros	Walpole, R;- Myers, R	Prentice Hall	1999	5
Probabilidad y Estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales	Milton, J; Arnold, J	Mc. Graw-Hill.	2004	2
Engineering Statistics, Student Study Edition, 4th Edition	Douglas C. Montgomery, George C. Runger, Norma F. Hubele	Wiley	2010	0 <sup>(2)</sup>

MCP





Probability and Stochastic Processes. Second Edition	Yates, R. & Goodman, D.	Wiley	2005	1
Probability, Random Variables and Random Signal Principles. Third Edition	Peebles, P	McGraw-Hill	1993	1
Probability, Random Variables, and Stochastic Process. Third Edition.	Papoulis, A	McGraw-Hill	1991	1
Computational Statistics with MATLAB®	Martínez, W. & Martínez, A.	Chapman & Hall	2002	1
User Guide Statistics Toolbox MATLAB®	MATLAB®	MATLAB®	2007	1

- (1) Apuntes teóricos y guías de problemas correspondientes a los temas desarrollados.
- (2) Ejemplar disponible en la cátedra y a disposición de los alumnos.

### HORARIO DE CLASES:

DIA	HORARIO
Jueves	17 a 19 h
Viernes	17 a 20 h

### HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:

DIA	HORARIO	LUGAR
Lunes	15:30 a 17:30 h	Oficina del Grupo de Optimización
Lunes	17 a 19 h	Oficina del Grupo de Optimización
Jueves	19 a 20 h	Sala de Informática
Miércoles	14 a 16 h	Oficina N° 13

### REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:

Durante el dictado de la asignatura se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios de carácter *teórico-práctico* en las fechas señaladas en el cronograma. Para acceder a la regularidad o promoción de la materia será necesario obtener en cada caso los siguientes puntajes:

#### Regularidad:

Sumar como mínimo diez (10) puntos entre los dos (2) parciales o sus correspondientes recuperatorios, con una nota no inferior a cinco (5) en cada uno de ellos.

#### Promoción:

Sumar como mínimo catorce (14) puntos entre los dos (2) parciales o sus correspondientes recuperatorios, con una nota **PROMEDIO no inferior a siete (7)** (sin registrar instancias evaluativas



de aprobaciones con notas inferiores a cinco (5) puntos). La promoción se registrará por: Res. CS 120/17 y Res. CD 138/18.

**CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:**

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial	Teórico/Práctico:	Escrito	Tres días hábiles a partir de la fecha del parcial, o bien el tiempo máximo: de acuerdo a la reglamentación vigente, cualesquiera que ocurra primero.	Los parciales se muestran a los estudiantes en los horarios de consulta correspondientes al docente que los corrigió

EXAMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
EXAMEN LIBRE. Teórico/ práctico	Escrito y oral. Trabajo de carácter computacional.
EXAMEN REGULAR. Teórico/ práctico	Escrito.

La modalidad de **EXAMEN LIBRE** consiste en la realización de un práctico que incluirá la resolución de cuatro (4) problemas de nivel de dificultad equivalente al de las tareas escritas de carácter práctico que se desarrollaron durante el curso, un práctico computacional que se desarrollará en la Sala de Simulación usando el software dedicado con el que se trabajó durante el curso y de un coloquio conceptual en el que el estudiante deberá desarrollar los principales conceptos de tres (3) temas del programa de estudios vigente de la materia que serán seleccionados por el tribunal examinador.

La modalidad de **EXAMEN REGULAR** consiste en la realización de un examen escrito de carácter teórico- práctico integrador. El examen se desarrollará en la Sala de Informática o sala de Simulación para facilitar la utilización, en temas que así lo requieran, del software dedicado con el que se trabajó durante el curso.

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico