



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
Departamento: Electrónica  
Area: Electrónica

(Programa del año 2024)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
COMUNICACION DE DATOS	ING. EN COMPUT.	28/12	2024	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
KIESSLING DURAN, ROBERTO ANIBA	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
90 Hs	Hs	Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
11/03/2024	21/06/2024	15	90

### IV - Fundamentación

La innovación tecnológica y la acelerada convergencia entre las comunicaciones y las tecnologías de la información, hacen que del conocimiento de estas tecnologías un factor clave para la formación integral de los futuros ingenieros y su preparación para enfrentar el mercado laboral.

Esta asignatura pretende introducir los fundamentos teóricos de las comunicaciones electrónicas y sus aplicaciones practicas en sistemas de comunicaciones modernos. Se presentan los conceptos mediante el uso de software de modelado y simulación, en forma interactiva combinando teoría y práctica. Se procura la adquisición por parte de los alumnos de competencias de análisis, modelado, simulación y cálculo de sistemas sistemas de comunicación, así como de las señales involucradas.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El principal objetivo del curso es que el alumno adquiera los conceptos básicos de la teoría de las comunicaciones, desarrolle competencias técnicas mediante actividades prácticas y de simulación, resuelva problemas habituales en la especialidad y se interiorice del estado del arte de los actuales sistemas de comunicaciones. Al finalizar el curso el alumno debe ser capaz de entender:

- Los principios básicos del tratamiento de señales y sistemas, en sus formas continuas y discretas, a través del análisis de Fourier, en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- Los conceptos básicos de un sistema de comunicación, sus componentes, su modelización y las variables que lo apartan del sistema ideal.
- Los métodos de modulación y demodulación, tanto de onda continua (comunicaciones analógicas) como de pulsos, esta última en su versión analógica y digital.
- La transmisión de las señales en banda-base y en pasa-banda, conjuntamente con las técnicas de multiplexación.

- Las nuevas técnicas de modulación-demodulación y transmisión, como el caso de las técnicas de espectro expandido.
- Conocer los sistemas de comunicaciones en su concepto básico, sus principios de funcionamiento, sus alcances y limitaciones tanto teóricas como tecnológicas.

## VI - Contenidos

### TEMA 1: Introducción a la Teoría de las Comunicaciones

Breve historia de las comunicaciones. Proceso de comunicación. Elementos de un sistema de comunicación. Diferentes tipos de fuentes de información. Diferentes tipos de canales de comunicaciones. Señales de banda-base y pasa-banda. Representación de señales y sistemas; análisis de Fourier. Consideraciones probabilísticas. El proceso de modulación; porque se modula; tipos de modulación. Recursos primarios en comunicaciones; potencia y ancho de banda. Introducción a la Teoría de la información y codificación; síntesis de los teoremas fundamentales. Comunicaciones analógicas vs. Digitales. Radio definida por software, GnuRadio.

### TEMA 2: Análisis Espectral. Representación de Señales y Sistemas

Sistemas de corriente alterna y redes; funciones de transferencia y respuesta en frecuencia. Transformada de Fourier; espectro continuo; pulso rectangular; pulso exponencial. Propiedades de la transformada de Fourier; linealidad; cambio de escala; dualidad; retardo en el tiempo; traslación en frecuencia; área bajo  $g(t)$ ; área bajo  $G(f)$ . Relación inversa entre tiempo y frecuencia; ancho de banda; producto tiempo-ancho de banda. Función delta de Dirac; aplicaciones de la función delta de Dirac. Transformada de Fourier de señales periódicas. Filtros. Transformada de Hilbert; propiedades de la transformada de Hilbert. Pre-envolvente. Representación canónica de señales pasa-banda. Problemas.

### TEMA 3: Caracterización del Canal de Comunicación

Clasificación de los canales de comunicación: Medios Guiados y no guiados. Ruido e interferencia. Medios guiados: Atenuación, ancho de banda, latencia, interferencia inter simbólica, ecos. Medios no guiados: Conceptos prácticos de propagación; ecuaciones fundamentales; polarización; absorción; reflexión, difracción y dispersión; pérdidas y atenuación en el espacio libre; radios de Fresnel; interferencias; desvanecimientos de las señales. Conceptos de diversidad en enlaces inalámbricos. Tipos y características de antenas; patrones de radiación.

### TEMA 4: Modulación y Demodulación Analógica.

Introducción. Modulación de amplitud (AM). Virtudes y limitaciones de la modulación de amplitud. Esquemas de modulación lineal. Modulación de doble banda lateral con portadora suprimida (DSB-SC); modulador de anillo; detección coherente; receptor Costas; multiplexación de portadora en cuadratura; Modulación de banda lateral única (SSB); Modulación de banda vestigial (VSB). Traslación en frecuencia. Multiplexación por división de frecuencia (FDM). Modulación angular; definiciones básicas. Modulación de frecuencia (FM); modulación de frecuencia de banda angosta; ancho de banda de transmisión de señales FM; generación de señales FM; demodulación de señales FM. Receptor superheterodino. Problemas.

### TEMA 5: Modulación y Demodulación Digital.

Introducción. Proceso de muestreo; teorema del muestreo; filtro pasa-bajo anti-aliasing. Modulación de amplitud de pulso (PAM). Otros tipos de modulación; modulación por duración de pulso (PDM); modulación por posición de pulso (PPM); Generación de una onda binaria PCM. Proceso de cuantización; cuantizador uniforme y no uniforme; características del cuantizador; ruido de cuantización. Modulación por codificación de pulsos (PCM); muestreo; cuantización no uniforme; Ley A y Ley u; codificación; códigos de línea; codificación diferencial; regeneración; decodificación; filtrado. Consideraciones de ruido en sistemas PCM; ruido de canal; ruido de cuantización; umbral de error. Multiplexación por división de tiempo (TDM); sincronización; sistemas T1 y E1 – Recomendación UIT-T G.711. Multiplexación digital. Virtudes, limitaciones y modificaciones de PCM. PCM de modulación delta; transmisor y receptor con modulación delta; sobrecarga de pendiente; ruido granular. Transmisión de pulsos. Problemas.

### TEMA 6: Transmisión Digital en Banda-Base.

Introducción. Comunicaciones digitales. Transmisión digital en banda-base. Líneas digitales de abonados; Códigos de línea para DSL; Línea digitales de abonados asimétricas; Síntesis de tipos de DSL. Transmisión de pulsos; interferencia inter-símbolos; diafonía. Patrones de ojos; relación con la interferencia inter-símbolos. Problemas.

### TEMA 7: Transmisión Digital en Pasa-Banda.

Comunicaciones digitales. Radio digital. Señalización pasabanda modulada binaria. Modulaci3n digital de amplitud; modulaci3n por manipulaci3n encendido-apagado (OOK). Manipulaci3n por desplazamiento de frecuencia (FSK); Tasa de bits FSK y baudios; transmisor FSK; ancho de banda en FSK; receptor FSK. Manipulaci3n por desplazamiento de fase (PSK) genérica. Manipulaci3n por desplazamiento binario de fase (BPSK); transmisor BPSK; consideraciones de ancho de banda en BPSK; receptor BPSK; codificaci3n M-ária. Manipulaci3n por desplazamiento cuaternario de fase (QPSK); transmisor QPSK; consideraciones de ancho de banda con QPSK; receptor QPSK. PSK de 8 fases; transmisor 8-PSK; consideraciones de ancho de banda con 8-PSK; receptor 8-PSK. Modulaci3n de amplitud en cuadratura (QAM); ocho QAM; transmisor 8-QAM; consideraciones de ancho de banda con 8-QAM; receptor 8-QAM. Recuperaci3n de portadora; lazo cuadrático, lazo de Costas; remodulador. Recuperaci3n de reloj. Problemas.

### **TEMA 8: Modulaci3n Spread-Spectrum.**

Introducci3n. Secuencias de pseudo ruido (PN); propiedades; selecci3n de una secuencia de longitud máxima. Espectro expandido; modelo idealizado; transmisor, canal y receptor; interferencia aditiva; sincronizaci3n. Espectro expandido de secuencia directa (DSSS), con BPSK coherente (DS/BPSK); sincronizaci3n; ganancia de procesamiento. Espectro expandido de salto de frecuencia (FHSS); salto de frecuencia lento (SFH); salto de frecuencia rápido (FFH). Formas de onda interferente. Multiplexaci3n por divisi3n de c3digo (CDM). Multiplexaci3n por Divisi3n de Frecuencia Ortogonal (OFDM)

### **TEMA 9: Enlaces de Datos**

Calculo de presupuestos de enlaces cableados, inalámbricos punto a punto y punto-multipunto. Tipos y características de enlaces inalámbricos. Radioenlaces; equipos y accesorios de estaciones radioeléctricas; repetidores; sistemas de protecci3n. Parámetros y cculos de presupuesto de enlace; atribuci3n de bandas. Software libre para cculos de enlace. Enlaces satelitales; tipos de 3rbitas; leyes fundamentales; azimut y ángulo de elevaci3n; satélites GEO, MEO y LEO; tipos y patrones de radiaci3n de antenas satelitales. Parámetros y cculos de presupuesto de enlace. Ejemplos de aplicaci3n.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Los trabajos prácticos propuestos son nueve (9) en total, según el siguiente detalle:

- Ocho (8) Trabajos prácticos con contenidos destinados a la resoluci3n de problemas y simulaci3n de los mismos en software matemáticos, conjuntamente con una auto-evaluaci3n, a través de cuestionarios contextuales. Estos prácticos se corresponden con el contenido de las bolillas II, III, IV, V, VI, VII VIII y IX.
- Un (1) trabajo práctico con contenidos que involucran simulaciones y mediciones físicas, conjuntamente con una auto-evaluaci3n a través de cuestionarios contextuales, de la bolilla IV.

## **VIII - Regimen de Aprobaci3n**

Para obtener la regularidad y poder rendir el examen final como alumno regular será necesario:

- Haber aprobado el 100% de los Trabajos Prácticos. Con más de 6 puntos cada uno.
- Haber aprobado la totalidad de los exámenes parciales. Con más de 7 puntos cada uno.

### **PARCIALES**

Se tomarán Dos (2) exámenes parciales Te3rico – Prácticos; cada uno con Dos (2) Recuperaciones. Se deberán haber aprobado cada uno, en la primera instancia o en alguna de las instancias de recuperaci3n, con más de 7 puntos.

### **TRABAJOS PRÁCTICOS**

Para la aprobaci3n de cada uno de los Trabajos Prácticos será necesario:

- a. Presentar el trabajo previo al práctico, en caso que éste lo requiera.
- b. Haber aprobado un breve cuestionario, previo al desarrollo de cada Trabajo Práctico (responder correctamente un mínimo de 2 preguntas sobre un total de 3 preguntas). Esta es condici3n para poder desarrollar el Trabajo Práctico.
- c. Haber realizado cada Trabajo Práctico satisfactoriamente.
- d. Aprobar el informe, ya sea de resoluci3n de problemas como de laboratorio.

Cada Trabajo Práctico podrá ser recuperado una sola vez pero el total de recuperaciones no podrá exceder de 3 (tres), caso contrario el alumno quedará libre.

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] Communication Systems – Simon Haykin – 4° Ed. – 2000 – Editorial John Wiley & Sons.
- [2] Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos – León W. Couch, II – 7° Edición – Ed. Pearson Prentice Hall. Año 2008.
- [3] Sistemas de Comunicaciones Electrónicas – Wayne Tomasi – 4° Edición – Editorial Prentice Hall. Año 2003.
- [4] Apuntes de la Cátedra.

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Communication Systems – Simon Haykin – 3° Edition – Editorial John Wiley & Sons. Año 1994.
- [2] Sistemas de Comunicación – Bruce Carlson – 2° Edición – Editorial McGraw-Hill.
- [3] Digital Communications – John G. Proakis – 4° Edition – Editorial McGraw Hill.
- [4] Señales y sistemas – A.V. Oppenheim y A.S. Willsky – 2° Edición – Editorial Prentice Hall Hispanoa-mericana. Año 1994.
- [5] Comunicaciones: Comunicación digital y Ruido – Enrique Herrera Pérez – Editorial LIMUSA. Año 2002.
- [6] Sistemas de Comunicaciones – Marcos Faundez Zanuy – Editorial MARCOMBO. Año 2001.
- [7] Recomendaciones de la Unión Internacional de telecomunicaciones (UIT)

## **XI - Resumen de Objetivos**

El principal objetivo del curso es que el futuro ingeniero adquiera los conceptos básicos de la teoría de las comunicaciones, desarrolle experiencias prácticas y de simulación, resuelva problemas habituales en la especialidad y se interiorice de los principios que rigen a los actuales sistemas de comunicaciones.

## **XII - Resumen del Programa**

TEMA 1: Introducción a la Teoría de las Comunicaciones  
TEMA 2: Análisis Espectral. Representación de Señales y Sistemas  
TEMA 3: Caracterización del Canal de Comunicación  
TEMA 4: Modulación y Demodulación Analógica.  
TEMA 5: Modulación y Demodulación Digital.  
TEMA 6: Transmisión Digital en Banda-Base.  
TEMA 7: Transmisión Digital en Pasa-Banda.  
TEMA 8: Modulación Spread-Spectrum.  
TEMA 9: Enlaces de Datos

## **XIII - Imprevistos**

Para el presente período de dictado (primer cuatrimestre de 2024), se prevé el dictado presencial de clases teóricas, prácticas y evaluaciones parciales. En caso de emergencias que impidan el dictado presencial, se podrá continuar en forma virtual.

## **XIV - Otros**