

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina</p>	Programa de: <h2 style="text-align: center;">Comunicaciones Digitales</h2> Código: 7240	
Carrera: <i>Ingeniería en Computación</i> Escuela: <i>Ingeniería Electrónica y Computación.</i> Departamento: <i>Electrónica.</i>	Plan: 285-05 Carga Horaria: 72 Semestre: <i>Noveno</i> Carácter: <i>Optativa</i>	Puntos: 3 Hs. Semanales: 4,5 Año: <i>Quinto</i> Bloque: <i>Tecnologías Aplicadas</i>
<p>Objetivos: <i>Brindar a los alumnos los conocimientos necesarios para usar con fluidez las herramientas básicas para el diseño e implementación de los modernos sistemas de comunicaciones digitales.</i> <i>Los distintos temas desarrollados en este curso pueden ser aplicados a una amplia gama de desarrollos electrónicos digitales por lo que pueden emplearse en comunicaciones con diferentes tipos de canales de transmisión (telefónicos, inalámbricos, satélites, fibras ópticas, etc.) como así también en otras clases de aplicaciones (almacenamiento de datos, grabaciones en materiales magnéticos, etc.).</i></p>		
<p>Programa Sintético:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Procesamiento de señales determinísticas y estocásticas.</i> 2. <i>Límites fundamentales en comunicaciones.</i> 3. <i>Modulación.</i> 4. <i>Detección óptima.</i> 5. <i>Control de errores.</i> 6. <i>Interferencia intersímbolo y ecualización.</i> 7. <i>Ecualización adaptativa.</i> 8. <i>Recuperación de portadora y de sincronismo.</i> 		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 6.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: de foja 6 a foja 6.		
Correlativas Obligatorias: <i>Teoría de las Comunicaciones</i>		
Correlativas Aconsejadas: <i>Teoría de Señales y Sistemas Lineales</i>		
Rige: 2005		
Aprobado HCD, Res. Fecha:		Sustituye al aprobado por Res.: Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

En el desarrollo de la materia se prevé la formación de diseñadores de sistemas digitales en el área de las Comunicaciones Generales. Para estos objetivos se avanza en la cobertura de codificación avanzada, teoría de la detección, entre otros tópicos, para llegar a expertos en sistemas múltiples que utilizan estas herramientas. Los alumnos serán capaces de enfrentar problemas relacionados con la capa física de redes de datos locales y metropolitanas, sistemas de video y voz en telefonía, redes de servicios integrados (RDSI), sistemas de comunicación de computadoras, modems en banda de voz y redes satelitales.

En síntesis, la base de las comunicaciones basadas en transmisión digital, para aplicaciones de amplia gama serán tratados in extenso y proveerán un conocimiento acabado para atacar sistemas aplicados de mayor envergadura con los conocimientos básicos de funcionamiento de un sistema digital.

Esto es, en la actualidad, de vital importancia considerando el meteórico traspaso de la Electrónica que, en los últimos años, migró fuertemente de analógica a digital debido a la posibilidad de su procesamiento mediante computadoras y la factibilidad de manipular información, ecualizarla, procesarla, amplificarla, modificarla y demás procesos a través de técnicas computacionales e impulsada fuertemente por el mayor crecimiento y potencialidad de las computadoras disponibles actualmente.-

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Las clases impartidas son teóricas por un lado y prácticas por otro. Las actividades teóricas se realizan a través de exposiciones dialogadas del docente orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de diseñar algoritmo para el procesamiento de señales de sistemas de comunicaciones. Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos se realizan actividades que le permiten al estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios desarrollados así como la realización de actividades de proyecto y diseño. Por otra parte en las clases de Laboratorio el alumno verifica, a través de simulaciones, el funcionamiento de las etapas básicas de un transceptor digital, comparando los resultados de las simulaciones con límites analíticos de desempeño.

EVALUACION

Condiciones para la promoción de la materia

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.-
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.-
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).-
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas abajo y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).
- 5.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.-
- 6.- Aprobar los trabajos del Laboratorio de simulación.-

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y trabajos de Laboratorio y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares. Los demás estarán libres.

CONTENIDOS TEMATICOS

Unidad 1. PROCESAMIENTO DE SEÑALES DETERMINISTICAS Y ESTOCASTICAS

Procesamiento de Señales Determinísticas. Señales de tiempo continuo. Señales de tiempo discreto. Señales Complejas. Energía y Potencia media de una señal. Sistemas Lineales e invariantes en el tiempo. Transformada de Fourier. Teorema de Muestreo (Teorema de Nyquist). Fórmula de interpolación de una señal muestreada. Distorsión de "aliasing". Modulación. Modulación con Portadora Compleja. Redundancia de una señal modulada. Transformada de Hilbert. Transformada Z. Espacio de señales. Procesamiento de Señales Estocásticas. Variables aleatorias. Función densidad de probabilidad. Valor medio, variancia, correlación. Probabilidades condicionales y regla de Bayes. Variables gaussianas y teorema del Límite Central. Procesos Estocásticos. Cadenas de Markov.

Unidad 2. LIMITES FUNDAMENTALES EN COMUNICACIONES

Elementos de Teoría de la Información. Teorema de Codificación de Fuente. Teorema de de la Capacidad del Canal. Ejemplo de Cálculo de la Capacidad de Canales de Tiempo Discreto y Continuo. Capacidad del Canal Gaussiano. Canales de Tiempo Continuo.

Unidad 3. MODULACION.

Diagrama en Bloques de un Sistema Típico de Comunicaciones en Banda Base. Codificación. Filtro Transmisor. Receptor. Detector. Eficiencias de un Sistema de Comunicaciones. Límite de la Velocidad de Transmisión. Formas de Pulsos empleadas en Transmisión de Datos. Pulsos de Nyquist. Interpretación Gráfica del Criterio de Nyquist. Diagramas Ojo. Canales de Tiempo Discreto. Modulación Pasabanda por Amplitud. Tres Representaciones equivalentes de la Señal Pasabanda Modulada en Amplitud. Receptores para Señales Pasabandas Moduladas en Amplitud. Constelaciones. Eficiencia de Modulación. Eficiencia en Potencia. Modulación por Desplazamiento de Frecuencia. Recepción Multipulsos – el receptor de correlación..

Unidad 4. DETECCION ÓPTIMA

Expresión Matemática del Criterio a Optimizar. Criterio de Máxima Verosimilitud. Criterio de Máxima Probabilidad a Posteriori. Detección de Señales Vectoriales. Detección de Señales en Presencia de Ruido Blanco Gaussiano. Filtro Apareado de Tiempo Discreto. Detección de Sucesión de Símbolos – el Algoritmo de Viterbi. Diagrama Trellis.

Unidad 5. CONTROL DE ERRORES

Códigos Lineales y Convolucionales.

Unidad 6. INTERFERENCIA INTERSIMBOLO Y ECUALIZACION

Estadística Suficiente para la Detección de una Señal Contaminada por Ruido. Receptor de Máxima Verosimilitud para una Señal en presencia de Ruido Gaussiano. Detección de Señales de Banda Base Moduladas en Amplitud. Optimización de Otros Criterios. Filtro Apareado como Etapa de Entrada del Receptor. Canal Equivalente de Tiempo Discreto. El Ecuador Lineal. Minimización de la Interferencia Intersímbolo. Minimización del Error Cuadrático Medio. Ecuador de Espaciamento Fraccional. Ecuador por Realimentación de Decisiones. Detector de Máxima Verosimilitud.

Unidad 7. ECUALIZACION ADAPTIVA

Ecuador Lineal. Ecuador por Realimentación de Decisiones. Coeficientes del Ecuador Lineal – Minimización del Error Cuadrático Medio. Algoritmo del Gradiente – Del gradiente estocástico – LMS – Implementación. DFE adoptivo. Ecuación Pasabanda Adaptiva.

Unidad 8. RECUPERACION DE PORTADORA Y DE SINCRONISMO

Recuperación de Portadora y de Sincronismo por decisiones directas y realimentadas.

LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas

1.- Procesamiento de Señales Determinísticas y Estocásticas.-

Resolución de Problemas sobre sistemas lineales, transformada de Fourier de tiempo continuo discreto y análisis de convergencia de la transformada Z bilateral. Simulación con Matlab de sistemas lineales en el dominio del tiempo y la frecuencia. Resolución de Problemas aplicados al procesamiento estocástico de señales. Cálculos de media y varianza de variables aleatorias. Correlación y densidad espectral de procesos filtrados. Simulación en matlab de variables aleatorias correlacionadas y análisis espectral correspondiente.

2.- Límites Fundamentales en Comunicaciones.-

Resolución de Problemas sobre Elementos de Teoría de la Información. Teorema de Codificación de Fuente. Teorema de de la Capacidad del Canal. Ejemplo de Cálculo de la Capacidad de Canales de Tiempo Discreto y Continuo. Capacidad del Canal Gaussiano. Canales de Tiempo Continuo.

3.- Modulación.-

Resolución de problemas y realización de diseño de filtros que cumplan el criterio de Nyquist. Obtención del mínimo ancho de banda que se requiere para transmitir un señal PAM en banda base y pasabanda. Diseño de receptores pasabanda con filtros de partición de fase. Estimación de la probabilidad de error de bit con diferentes constelaciones de señales para la transmisión PAM pasabanda.

4.- Detección Óptima.-

Resolución de problemas de detección óptima y de máxima verosimilitud. Cálculo de distancias mínimas de detectores de secuencias. Diseño del filtro apareado al canal de tiempo discreto. Detección de símbolos mediante el algoritmo de Viterbi.

5.- Control de Errores.-

Resolución de problemas de Códigos de Bloques. Códigos Convolucionales.

6.- Interferencia intersímbolo y Ecuación.-

Resolución de problemas de diseño de filtros digitales de cero interferencia intersímbolo y de mínimo error cuadrático. Obtención de los coeficientes de los filtros lineales para ecualizadores lineales y realimentado por decisiones. Cálculo de la SNR de la señal ecualizada. Diseño del filtro blanqueador de ruido.

7.- Ecuación Adaptiva.-

Resolución de Problemas de Ecualizador Lineal. Ecualizador por Realimentación de Decisiones. Coeficientes del Ecualizador Lineal – Minimización del Error Cuadrático Medio. Algoritmo del Gradiente – Del gradiente estocástico – LMS – Implementación. DFE adaptivo. Ecuación Pasabanda Adaptiva.

8.- Recuperación de Portadora y de Sincronismo.-

Resolución de Problemas de Recuperación de Portadora por direccionamiento de decisiones. Recuperación de Portadora en potencia N. Métodos de Línea Espectral. Acumulación de Jitter. Detectores de Fase.

Actividades de Laboratorio

Las actividades de laboratorio consisten en la realización de algoritmos y el análisis de datos en tiempo y frecuencia. Los algoritmos son programados en matlab. No se permite utilizar las herramientas de comunicaciones provistas por Matlab, ya que el diseño y optimización de dichos algoritmos son indispensables para comprender los criterios de diseño de las diferentes etapas de un receptor digital.

Los prácticos de laboratorio son:

- 1.- Obtención de las propiedades estadísticas (densidad de distribución, media, varianza, etc) de un vector de variables aleatorias.
- 2.- Modulación de portadora real y compleja. Análisis en el dominio del tiempo y frecuencia. Teorema del límite central y efecto del ruido en la transmisión de la señal.
- 3.- Diseño de un transceptor para un canal de transmisión ideal (espectro de frecuencia plano). Análisis del efecto de exceso de ancho de banda por medio del diagrama ojo. Obtención de curvas de BER.
- 4.- Construcción de un detector de Viterbi. Análisis de su desempeño por medio de curvas de BER y comparación con cota teórica.
- 5.- Construcción de ecualizadores lineales y realimentado por decisiones. Análisis de convergencia de los algoritmos para diferentes parámetros de diseño. Comparación de desempeño en canales con interferencia intersímbolo baja, moderada y alta

1. DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD		HORAS
TEÓRICA		36
FORMACIÓN PRACTICA:		
	<input type="checkbox"/> FORMACIÓN EXPERIMENTAL	8
	<input type="checkbox"/> RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	14
	<input type="checkbox"/> ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	14
	<input type="checkbox"/> PPS	
	TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
PREPARACION TEÓRICA		26
PREPARACION PRACTICA		
	<input type="checkbox"/> EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	6
	<input type="checkbox"/> EXPERIMENTAL DE CAMPO	
	<input type="checkbox"/> RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	14
	<input type="checkbox"/> PROYECTO Y DISEÑO	14
	TOTAL DE LA CARGA HORARIA	132

BIBLIOGRAFIA

Digital Communications. Edward Lee
 Digital Communications. John Proakis
 Normas y Estándares disponibles en Internet
 Apunte del Dr. Oscar Agazzi.