



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
Del Instituto Politécnico Nacional
Secretaría Académica

Registro de Cursos o Asignaturas

Nombre Completo del Programa de Posgrado		Maestría y Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica		
Nombre Completo del Curso		Comunicaciones Digitales I		
Tipo de Curso		Obligatorio	Créditos	8
Número de horas	Teóricas:	54	Prácticas:	6
		Presenciales		No presenciales
Profesores que impartirán el curso				
Dr. Ramón Parra Michel				
Objetivos del curso:	General	Comprender los principales componentes que conforman sistema de comunicaciones digital a nivel de capa física, así como el impacto en su desempeño de manera conceptual, práctica, y teóricamente óptimo.		
	Específicos	Comprender el concepto de propagación de ondas de radio y la agregación de ruido, para determinar, conforme a las métricas de relación de potencia de señal a ruido, la distancia en la que se puede establecer un enlace de comunicaciones. Entender las técnicas de modulación analógica y digitales, sus métricas de desempeño y sus diferencias de implementación, desempeño, ventajas y limitaciones. Entender el concepto del receptor óptimo en presencia de ruido gaussiano y bajo el concepto de espacio de señales. Tener la capacidad de simular un sistema de comunicaciones en presencia de AWGN y su comparación con los resultados teóricos.		
Contenidos temáticos				
1. Repaso de Procesamiento digital de señales y diseño de filtros (4 horas)				
1.1 Conversión de señal analógica a digital y digital a analógica.				
1.2 Caracterización matemática de la respuesta de sistemas lineales a señales				
1.3 La transformada de Fourier de Tiempo Discreto (TFTD)				
1.4 La transformada discreta de Fourier (TDF)				
1.5 El diseño de filtros FIR				
2. Introducción a los sistemas de comunicaciones (16 horas)				
2.1 Introducción				
2.2 Información, mensajes y señales				
2.3 Bloques que integran el sistema de comunicaciones				
2.4 Enfoque del diseño en comunicaciones y medidas de desempeño				
2.5 El concepto del ruido y la RSR				

2.6 Mecanismos de propagación de ondas de radio
2.7 Modelos de pérdidas por propagación de ondas de radio y <i>Link-Budget</i>
2.8 Modulación de amplitud (2 horas)
2.9 Modulación de frecuencia y fase (4 horas)
2.10 Comparación de inmunidad al ruido de los sistemas de modulación analógicos
3 Sistemas de modulación digital (12 horas)
3.1 El concepto de modulación digital de onda continua
3.2 Técnicas para hacer eficiente el ancho de banda de señales transmitidas
3.3 Simulación de un sistema de comunicaciones digital de banda angosta y desmodulación mediante detector de envolvente y receptor en cuadratura
3.4 Técnicas de modulación digital de onda pulsante
3.5 Propiedades de las técnicas de modulación por pulsos
4 Repaso de Variables Aleatorias y Procesos estocásticos aplicados a sistemas de comunicación (6 horas)
4.1 Definiciones de variables aleatorias y procesos estocásticos
4.2 Correlación de variables y procesos
4.3 Conceptos de estacionariedad y ergodicidad
4.4 Densidad espectral de potencia
4.5 Respuesta de sistemas lineales a procesos estocásticos
4.6 Códigos de línea
4.7 Cálculo de la densidad espectral de potencia de señales codificadas
5 Espacio de señales deterministas y aleatorias (8 horas)
5.1 Receptor heurístico de señales PAM en presencia de ruido aditivo Gaussiano
5.2 Espacios métricos
5.3 Espacios lineales
5.4 Representación de señales mediante el uso de funciones ortogonales
5.5 Representación espacial de señales determinísticas y aleatorias
5.6 Espacio de señales de energía finita
5.7 Aplicación en la representación de señales moduladas
5.8 Aplicación en codificación de señales binarias
6 Esquemas de recepción óptima de señales digitales en presencia de AWGN (10 horas)
6.1 Criterio de recepción MAP de señales representadas por funciones ortogonales en banda base
6.2 Recepción de Señales PAM Binarias
6.3 Relación entre el receptor de correlación y el de filtro acoplado
6.4 El receptor ML y probabilidad de error (PE) en esquemas binarios
6.5 PE en esquemas M-arios PAM
6.6 PE de esquemas M-arios PSK
6.7 PE de esquemas QAM con constelación cuadrada
6.8 PE de esquemas QAM con constelación irregular
6.9 PE de esquemas ortogonales
6.10 Desempeño de receptores de comunicaciones digitales de banda angosta
6.11 Desempeño teórico y por simulación de sistemas de comunicaciones de banda angosta
6.12 Comparación entre los esquemas de modulación
7 Sincronización de portadora y de símbolo (4 horas)
7.1 El problema de sincronización de portadora

7.2 Técnicas para resolver el problema de estimación de portadora

7.3 Sincronización de símbolo y el algoritmo ELG

Bibliografía

1. Valeri Kontorovich, Fernando R. Alarcón y Ramón Parra, "Fundamentos de Comunicaciones Digitales", 1era edición, Edit. Limusa 2009; 2da Edición 2015.
2. Bernard Sklar, "Digital Communications", 2nd Edition, Prentice Hall 2001.
3. John G. Proakis, "Digital Communications", 3rd Edition, McGraw-Hill 1995.
4. Simon Haykin, "An introduction to analog & digital communications", Wiley.
5. B. P. Lathi, "Modern Digital and Analog Communication Systems", 3th Edition, Edit. Oxford University Press, 1998. O bien su traducción al español.
6. Louis E. Frenzel, "Electrónica para Comunicaciones", Edit. McGraw-Hill, 3ra edición, 2001.
7. Athanasios Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", 3th Edition, Mc Graw-Hill, 1991.
8. J. D. Parsons, "The Mobile Radio Propagation Channel", John Wiley & Sons, 1992.
9. John G. Proakis, Masoud Salehi, "Contemporary Communication Systems using Matlab", Thompson Learning, 2000.
10. L. E. Franks, "Signal Theory", Prentice Hall 1969.

Criterios de evaluación

Tareas	20%
Exámenes (2 parciales)	80%
Proyecto	NA
Total	100%

Contribución del curso al perfil de egreso del programa

Conocimientos:	Que el alumno comprenda las características que definen un sistema digital de comunicaciones.
	Que el alumno conozca los principales problemas que afectan a las señales transmitidas en un sistema de radiocomunicación.
	Que el alumno comprenda los criterios teóricos de recepción óptima de señales en presencia de ruido aditivo Gaussiano.
	Que el alumno realice simulaciones de un sistema de comunicaciones que se desempeñe de acuerdo con el especificado por la teoría
Habilidades:	Diseño de filtros FIR, Manipulación de funciones de correlación bidimensional, Determinación de sistemas de comunicaciones digitales para enlaces inalámbricos, programación en Matlab.
	Actitudes y valores: Trabajo en equipo, honestidad y autocrítica.
Técnica didáctica:	Este curso es impartido mediante diversas técnicas didácticas, en partes se utilizará Aprendizaje Basado en Casos, y en partes se utilizará Aprendizaje basado en problemas