

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**SISTEMAS DE COMUNICACIONES**

**1686**

**6°**

**08**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Ingeniería Eléctrica**

**Ingeniería en Telecomunicaciones**

**Ingeniero en Computación**

División

Departamento

Carrera en que se imparte

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas:**

Teóricas

Prácticas

**Total (horas):**

Semana

16 Semanas

Aprobado:

Consejo Técnico de la Facultad

Consejo Académico del Área de las Ciencias

Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:

25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

11 de agosto de 2005

**Modalidad:** Curso, laboratorio.

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna.

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna.

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá y aplicará los conceptos teóricos y prácticos básicos de los sistemas de comunicaciones desde una perspectiva integrada, enfatizando los aspectos de relevancia para las redes de datos. El alumno conocerá y aplicará las herramientas fundamentales de análisis y síntesis de los sistemas de comunicaciones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Transmisión y análisis espectral en los sistemas de comunicaciones	8.0
3.	Señalización en banda base digital y de pulsos	12.0
4.	Sistemas pasabanda analógicos y digitales	12.0
5.	Medios de transmisión	6.0
6.	Sistemas de comunicaciones	6.0
		48.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	80.0



## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno conocerá los antecedentes y conceptos básicos de los sistemas de comunicaciones.

### Contenido:

- 1.1 Perspectiva Histórica y modelo de un sistema de comunicaciones
  - 1.1.1 Concepto de comunicación. Fuentes de información analógica y digital, transductores, transmisión, canal de transmisión, receptor
- 1.2 Alteraciones de las señales durante la transmisión y limitantes de los sistemas. Atenuación, distorsión, interferencia, ruido, ancho de banda, ruido, distorsión, potencia
- 1.3 El espectro electromagnético y radioeléctrico. Asignación de frecuencias
- 1.4 Teoría de la información y codificación. Medida de la información, capacidad de canal, códigos de bloque, códigos convolucionales, modulación trellis

## 2 Transmisión y análisis espectral en los sistemas de comunicaciones

**Objetivo:** El alumno conocerá los fundamentos formales, características y parámetros de los sistemas de comunicaciones y la transmisión de señales y los aplicará en la solución de problemas.

### Contenido:

- 2.1 Series y Transformadas de Fourier. Definiciones y Propiedades. Funciones de autocorrelación y densidad espectral
- 2.2 Parámetros y características de los sistemas. Linealidad, respuesta al impulso, función de transferencia, respuesta en frecuencia, ancho de banda
- 2.3 Distorsión lineal y no lineal
  - 2.3.1 Transmisión sin distorsión en sistemas lineales
  - 2.3.2 Distorsión lineal (de amplitud, fase, y grupo) y ecualización
  - 2.3.3 Sistemas no lineales. Características de transferencia y representación polinomial. Distorsión armónica y de intermodulación
- 2.4 Ruido. Ruido térmico, blanco, gaussiano, coloreado, ancho de banda equivalente de ruido
- 2.5 Filtros
  - 2.5.1 Filtros ideales y sus características
  - 2.5.2 Causalidad, filtros realizables, activos, pasivos
  - 2.5.3 Filtros Butterworth, Chebyshev, Bessel, Elípticos
  - 2.5.4 Sistema analógico en banda base. Estructura, relación señal a ruido, repetidores

## 3 Señalización en banda base digital y de pulsos

**Objetivo:** El alumno conocerá y aplicará las formas de codificar ondas analógicas en señales de pulsos en banda base y de aproximar señales analógicas con señales digitales.

### Contenido:

- 3.1 Introducción a los sistemas de comunicación digital
  - 3.1.1 Señales digitales. Ventajas de la transmisión digital
  - 3.1.2 Estructura de un sistema de comunicación digital. Estado actual



- 3.2 Muestreo. Teorema de Muestreo uniforme, traslape de colas espectrales (aliasing), muestreo práctico, muestreo natural e instantáneo (de cresta plana) y su reconstrucción
- 3.3 Muestreo de señales pasabanda
- 3.4 Modulación por amplitud de pulsos (PAM)
- 3.5 Modulación por anchura o duración de pulsos (PDM/PWM) y por posición de pulsos (PPM)
- 3.6 Modulación por pulsos codificados (PCM)
  - 3.6.1 Muestreo, cuantización y codificación
  - 3.6.2 Cuantización uniforme y no uniforme. Cuantizadores uniformes, ancho de banda
  - 3.6.3 Ruido de cuantización, relación señal a ruido en cuantización uniforme
  - 3.6.4 Cuantización no uniforme. Compansión. Compansión por ley  $\mu$  y por ley A
  - 3.6.5 PCM diferencial (DPCM) y PCM diferencial adaptable (ADPCM)
- 3.7 Señalización digital
  - 3.7.1 Representación vectorial. Estimación de ancho de banda
  - 3.7.2 Señalización binaria, señalización multinivel
- 3.8 Códigos de línea y espectros
  - 3.8.1 Códigos de línea binarios y su espectro de potencia
  - 3.8.2 Codificación diferencial, patrones de ojo, repetidores regenerativos
  - 3.8.3 Recuperación de reloj en receptores y repetidores regenerativos
  - 3.8.4 Espectro de potencia de las señales multinivel. Eficiencia espectral
- 3.9 Interferencia Inter símbolos (ISI)
  - 3.9.1 Primer método o criterio de Nyquist. Técnica del coseno alzado
  - 3.9.2 Segundo y Tercer método de Nyquist para control de ISI
- 3.10 Modulación Delta
  - 3.10.1 Ruido granular y ruido de sobrecarga de pendiente
  - 3.10.2 Modulación delta adaptable y de pendiente continuamente variable. Codificación de voz
- 3.11 Multiplexión por división de tiempo (TDM)
  - 3.11.1 Sincronización de trama
  - 3.11.2 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) y Síncrona (SDH). Jerarquía TDM, sistemas europeo y americano
  - 3.11.3 TDM estadístico. Acceso múltiple por TDM

#### 4 Sistemas pasabanda analógicos y digitales

**Objetivo:** El alumno conocerá y aplicará las técnicas de señalización pasabanda analógicas y digitales.

**Contenido:**

- 4.1 Introducción. Tipos de modulación. Señales y sistemas pasabanda
- 4.2 Modulación de amplitud
  - 4.2.1 Doble banda lateral con y sin portadora (AM, DSB-SC)
  - 4.2.2 Banda lateral única, residual e independiente (SSB, VSB e ISB)
  - 4.2.3 Detección coherente y detección de envolvente
- 4.3 Modulación angular
  - 4.3.1 Modulación de fase y frecuencia (PM y FM)
  - 4.3.2 Modulación angular de banda angosta y de banda ancha



- 4.3.3 Preénfasis y deénfasis. Ruido y efecto de umbral
- 4.3.4 Conversión de frecuencia y Multiplexión por División de Frecuencia (FDM)
- 4.4 Técnicas de modulación de señalización pasabanda digital binaria
  - 4.4.1 Encendido-apagado (OOK), de amplitud (ASK), de fase (PSK, PRK, BPSK, DPSK)
  - 4.4.2 De frecuencia (FSK, BFSK)
- 4.5 Técnicas de Modulación de señalización pasabanda multinivel
  - 4.5.1 Técnicas M-arias (MASK, MFSK, MPSK) y eficiencia espectral.
  - 4.5.2 Técnicas de cuadratura (QPSK, QAM), amplitud-fase (APK)
  - 4.5.3 Variaciones de QPSK y FSK (OQPSK, DQPSK,  $\pi/4$ DQPSK, CPFSK)
  - 4.5.4 Modulación por desplazamiento mínimo (MSK, GMSK)
- 4.6 Sistemas de Espectro Expandido
  - 4.6.1 Secuencia directa, salto de frecuencia, salto de tiempos
  - 4.6.2 Acceso Múltiple (CDMA). Secuencias de Walsh, código gold, receptor RAKE
- 4.7 Multiplexión por división de frecuencia ortogonal (OFDM)

## 5 Medios de transmisión

**Objetivo:** El alumno conocerá los parámetros y características de los medios de transmisión de señales de mayor relevancia en las redes de datos y sus herramientas de análisis y diseño, y los aplicará en la solución de problemas.

### Contenido:

- 5.1 Transmisión por ondas de radio
  - 5.1.1 Propagación en el espacio libre
  - 5.1.2 Reflexión, refracción y difracción
  - 5.1.3 Propagación ionosférica, por línea de vista y por onda terrestre
  - 5.1.4 Modelos de propagación en ambientes móviles
- 5.2 Transmisión por líneas de dos conductores
  - 5.2.1 Parámetros concentrados y distribuidos
  - 5.2.2 Parámetros imagen: impedancia característica, atenuación, desfasamiento, retardo
  - 5.2.3 Características de propagación en función de la frecuencia. Pérdidas, acoplamiento
  - 5.2.4 Parámetros comerciales de cable coaxial, UTP
- 5.3 Transmisión por fibras ópticas
  - 5.3.1 Teoría modal en fibras ópticas. Conectores y empalmes, emisores detectores
  - 5.3.2 Acopladores y conmutadores ópticos. Cables de fibra óptica

## 6 Sistemas de comunicaciones

**Objetivo:** El alumno conocerá las características principales de los sistemas de comunicaciones modernos fundamentales.

### Contenido:



- 6.1 Sistemas de comunicaciones personales (AMPS, GSM, CDMA, IS-136 TDMA, Sistemas de 3G
- 6.2 WDM, SONET
- 6.3 Red Digital de Servicios Integrados RDSI
- 6.4 Redes Inalámbricas. Radio LAN's, IEEE 802.11, Bluetooth

---

**Bibliografía básica:**

HAYKIN, Simon  
*Communications systems*  
4th edition  
New York  
John Wiley and Sons, Inc, 2001

COUCH, Leon W.  
*Digital and analog communication systems*  
6th edition  
New Jersey  
Prentice Hall, 2001

CARLSON, Bruce A., RUTLEGE, Janet C., CRILLY, Paul B.  
*Communications Systems*  
4th edition  
New York  
McGraw-Hill Book Co., 2001

GLOVER, Ian, GRANT, Peter  
*Digital Communications*  
2nd edition  
Essex  
Prentice Hall Professional, 2003

SKLAR, Bernard  
*Digital Communications: Fundamentals and Applications*  
2nd edition  
New Jersey  
Prentice Hall Inc, 2001

**Bibliografía complementaria:**

PEEBLES, Peyton Z.  
*Digital Communication Systems*  
New Jersey  
Prentice Hall Inc, 1987



SMITH, David R  
*Digital Transmission Systems*  
 New York  
 Kluwer, 2004

MILLER, Michael J  
*Digital Transmission Systems and Networks*  
 New York  
 Computer Science Press, 1987  
 Vol I & II

BLAKE, Roy  
*Sistemas Electrónicos de comunicaciones*  
 2a edición  
 México  
 Delmar Thomson Learning, 2004

FRENZEL, Louis E.  
*Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*  
 México  
 Alfaomega, 2003

TOMASI, Wayne  
*Advanced Electronic Communications Systems*  
 New Jersey  
 Prentice Hall, 2003

HUIDOBRO, José M  
*Manual de Telecomunicaciones*  
 México  
 Alfaomega-Rama, 2004

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<b>X</b>
Exposición audiovisual	<b>X</b>
Ejercicios dentro de clase	<b>X</b>
Ejercicios fuera del aula	<b>X</b>
Seminarios	<b>X</b>

Lecturas obligatorias	<b>X</b>
Trabajos de investigación	<b>X</b>
Prácticas de taller o laboratorio	<b>X</b>
Prácticas de campo	
Otras	

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<b>X</b>
Exámenes finales	<b>X</b>
Trabajos y tareas fuera del aula	<b>X</b>

Participación en clase	<b>X</b>
Asistencias a prácticas	<b>X</b>
Otras	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Profesionales de la ingeniería electrónica o de comunicaciones con conocimientos de fundamentos de Sistemas de comunicaciones.