

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE COMUNICACIONES (L+)**

**1565**

**5°**

**11**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Ingeniería Eléctrica**

**Ingeniería en Telecomunicaciones**

**Ingeniería en Telecomunicaciones**

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:** Comunicaciones Digitales.

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los principales procesos que se llevan a cabo sobre las señales para su transmisión en sistemas de comunicación analógicos y evaluará el desempeño de estos sistemas ante el ruido y las interferencias. Así también analizará los procesos básicos de conversión de señales analógicas a digitales, para su transmisión por un sistema de comunicación digital.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	8.0
2.	Transmisión de señales	16.0
3.	Modulación de onda continua	16.0
4.	Muestreo y modulación de pulsos	16.0
5.	Modulación por pulsos codificados	16.0
		72.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	104.0



## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno identificará las partes principales que en lo general forman a un sistema de comunicación, definirá los procesos básicos que se llevan a cabo sobre las señales en cada una de estas partes, describirá las limitaciones fundamentales del sistema y las alteraciones que pueden sufrir las señales durante su transmisión.

**Contenido:**

- Modelo de un sistema de comunicaciones
  - Concepto de comunicación
  - Fuentes de información
  - Transductores de entrada y de salida
  - Transmisor, canal de transmisión y receptor
- Alteraciones que sufren las señales durante su transmisión.(atenuación., distorsión, interferencia. y ruido)
- Limitaciones fundamentales en los sistemas de comunicación eléctricos (ancho de banda, ruido, atenuación)
- Breve historia de los sistemas de comunicación eléctricos
- Organismos reguladores de las telecomunicaciones
- El espectro electromagnético y el espectro radioeléctrico

## 2 Transmisión de señales

**Objetivo:** El alumno aplicará los conceptos y las técnicas de análisis de sistemas para describir los efectos de distorsión y de filtrado de señales, y analizará los principales parámetros que permiten evaluar el desempeño de un sistema de comunicación analógico de banda base.

**Contenido:**

- Sistema lineal (Respuesta al impulso, función de transferencia, respuesta en frecuencia., ancho de banda del sistema)
- Distorsión lineal
  - Transmisión libre sin distorsión en sistemas lineales
  - Distorsión lineal (de amplitud, de fase y de grupo)
- Ecuación
- Distorsión no lineal
  - Sistemas no lineales (Característica de transferencia, ejemplos de características de transferencia de sistemas no-lineales, representación polinomial de una característica de transferencia)
  - Distorsión no-lineal (armónica y de intermodulación)
- Ruido
  - Ruido térmico
  - Ruido blanco
  - Ruido coloreado
  - Ancho de banda equivalente del ruido



## Filtros

Filtros ideales (características)

Sistemas físicamente realizables (causalidad en sistemas y criterio de Paley-Wiener)

Filtros realizables(características)

Aproximaciones de filtros realizables a filtros ideales (filtros Butterworth, Chevyshev y Bessel)

Tipos de filtros de acuerdo a su construcción

## Tiempo de subida

Respuesta al escalón

Determinación del tiempo de subida

Relación entre el tiempo de subida y el ancho de banda

## Sistema de transmisión analógica en banda base

Estructura del sistema de transmisión analógica

Relación señal a ruido

Sistema con repetidores

## Sistema de transmisión de pulsos en banda base

Requisitos de ancho de banda

Detección de pulsos en presencia de ruido aditivo

### 3 Modulación onda continua

**Objetivo:** El alumno analizará y comparará las diversas técnicas de modulación de onda continua empleadas para transmitir señales analógicas, tomando en consideración aspectos como la potencia de transmisión, el ancho de banda ocupado y el desempeño ante el ruido, también explicará algunos procesos asociados a la modulación como es la multiplexación, la conversión de frecuencia y la superheterodinación.

#### Contenido:

##### 3.1 Introducción

Tipos de Modulación

Señales y sistemas pasa banda

##### Modulación en amplitud

Doble banda lateral con portadora suprimida (DSB-SC)

Doble banda lateral con portadora de alta potencia (DSB-C o AM)

Banda lateral única (SSB)

Banda lateral residual (VSB)

Banda lateral independiente (ISB)

Detección (o demodulación) coherente

Detección de envolvente

Representación en el tiempo del ruido pasa banda

Efectos del ruido en la modulación en amplitud

Para una detección coherente

Para una detección de envolvente

Comparación entre los diversos tipos de modulación en amplitud

##### Modulación Angular

Conceptos básicos de modulación en fase (PM) y modulación en frecuencia(FM). Relación entre FM y PM



- Modulación en frecuencia (FM)
  - De banda angosta
  - De banda ancha mediante moduladora
- Modulación en fase (PM)
- Moduladores para FM
- Métodos de demodulación para FM. Demoduladores
- Interferencia en la modulación angular de banda ancha
- Pre-énfasis y de-énfasis
- Efectos del ruido en FM. Efecto de Umbral en FM
- Comparación de las técnicas de modulación de onda continua
  - Representación matemática general (envolvente fase y portadoras en cuadratura) de las portadoras moduladas
  - Anchos de banda de transmisión
  - Comparación de los distintos tipos de modulación en función de su desempeño ante el ruido
- Conversión de frecuencia
- Estructura general de un transmisor
- El receptor superheterodino
- Multiplexación por división de frecuencia (FDM)
- Multiplexación en cuadratura
- Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)
- Normas técnicas para radiodifusión sonora en AM y en FM
- Generación de FM estereofónica en radiodifusión

#### 4 Muestreo y modulación de pulsos

**Objetivo:** El alumno describirá el proceso de muestreo de señales analógicas y lo aplicará para ilustrar la multiplexación de señales analógicas en el tiempo. También examinará y comparará las diversas técnicas de modulación de pulsos para transmitir señales analógicas.

**Contenido:**

- Muestreo ideal y reconstrucción. Teorema del muestreo uniforme
- Interferencia de colas espectrales (Aliasing)
- Muestro práctico
  - Aspectos del muestreo práctico
  - Muestreo natural y reconstrucción
  - Muestreo de tope plano y reconstrucción
  - Modulación en amplitud de pulsos (PAM)
- Muestreo de señales pasa banda
- Introducción a la multiplexación por división de tiempo (TDM) de señales analógicas
- Modulación en duración o anchura de pulsos (PDM/PWM)
- Modulación en posición de pulsos (PPM)

#### 5 Modulación por pulsos codificados

**Objetivo:** El alumno analizará y comparará las principales técnicas de codificación de forma de onda en el dominio del tiempo orientadas a convertir señales analógicas en señales digitales, para transmitir las estas por un sistema de comunicación digital.

**Contenido:**

## Conversión A/D. Modulación por pulsos codificados (PCM)

Introducción (etapas de la modulación por pulsos codificados: muestreo, cuantización y codificación)

Cuantización. Cuantización uniforme y no-uniforme

Cuantización uniforme (de mitad de tramo, de mitad de peldaño, de redondeo y de truncado)

Ruido del proceso de cuantización (ruido de cuantización, ruido de saturación o sobrecarga y ruido de canal ocioso)

Relación señal a ruido de cuantización una cuantización uniforme

Saturación o sobrecarga en la cuantización

Desempeño de los cuantizadores uniformes ante diversos de señales (Uniforme, Gaussiana, Laplaciana, Sinusoidal, etc.)

Cuantización no-uniforme. Técnicas para obtener una cuantización no-uniforme

Cuantización no-uniforme mediante compresión logarítmica analógica. Relación señal a ruido de cuantización empleando compresión

Leyes de compresión: Ley  $\mu$  y Ley A

Comparación de la cuantización no-uniforme mediante compresión con la cuantización uniforme. Ganancia por compresión. Mejora por compresión

Cuantización no-uniforme mediante compresión digital

Codificación. Código binario. Códigos derivados del código binario Representación de las muestras en código binario

El sistema PCM en total

## Modulación de pulsos codificados diferencial (DPCM)

Filtros de predicción

DPCM con predicción de muestras de la señal de entrada

DPCM con predicción de señal cuantizada diferencialmente

## Modulación de pulsos codificados diferencial adaptable (ADPCM)

Cuantización adaptable

Predicción adaptable

**Bibliografía básica:**

HAYKIN, Simon  
*An Introduction to Communications Systems*  
 4th edition  
 New York  
 John Wiley and Sons, Inc., 2000

COUCH, Leon W.  
*Digital and Analog Communication Systems*  
 6th edition  
 Englewood Cliffs  
 Prentice Hall, 2001

**Temas para los que se recomienda:**

**Todos**

**Todos**



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

**Todos**

PROAKIS, John G.  
*Introduction to Communication Systems*  
 Englewood Cliffs  
 Prrentice Hall, 2004

**Todos**

**Bibliografía complementaria:**

**Temas para los que se recomienda:**

FRENZEL, Louis E.  
*Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*  
 México  
 Alfaomega Grupo Editor S. A., 2003

**Todos**

**Sugerencias didácticas:**

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

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**

Posgrado en Telecomunicaciones o en Comunicaciones y Electrónica. Experiencia en sistemas de transmisión analógicos y digitales (manejo de señales en banda base, multiplexación, PCM, ADPCM, modulación, distorsión ruido).