



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

FUNDAMENTOS DE
SISTEMAS DE COMUNICACIONES

1462

5

10

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIERÍA
EN TELECOMUNICACIONES

INGENIERÍA
EN TELECOMUNICACIONES

División

Departamento

Licenciatura

Asignatura:

Obligatoria ☒

Optativa ☐

Horas/semana:

Teóricas

Prácticas

Total

Horas/semestre:

Teóricas

Prácticas

Total

Modalidad: Curso teórico-práctico

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna

Seriación obligatoria consecuente: Comunicaciones Digitales

Objetivo(s) del curso:

El alumno analizará los procesos básicos que se llevan a cabo sobre las señales para su transmisión en un sistema de comunicación, identificará las características de los efectos que alteran las señales durante su transmisión (distorsión, interferencia y ruido) y comparará las diversas técnicas de modulación empleadas para la transmisión de señales analógicas en función del ancho de banda ocupado, potencia de transmisión y desempeño ante el ruido. Así también analizará los procesos básicos de conversión de señales analógicas a digitales, empleados para la transmisión de señales analógicas en un sistema de comunicación digital.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	6.0
2.	Transmisión de señales	14.0
3.	Modulación de onda continua	20.0
4.	Muestreo y modulación de pulsos	6.0
5.	Modulación por pulsos codificados	18.0
		64.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	96.0

1 Introducción

Objetivo: El alumno identificará en un diagrama a bloques los elementos funcionales que forman un sistema de comunicación para definir los procesos básicos que se llevan a cabo en ellos y que serán tema de estudio en el curso.

Contenido:

- 1.1 Modelo de un sistema de comunicación eléctrico/electrónico.
 - 1.1.1 Concepto de comunicación.
 - 1.1.2 Fuente y destino de información.
 - 1.1.3 Transductores e interfaces de usuario de entrada y de salida en un sistema de comunicación.
 - 1.1.4 Elementos fundamentales de un sistema de comunicación eléctrico/electrónico: transmisor, canal de transmisión y receptor.
- 1.2 Alteraciones que sufren las señales durante su transmisión (atenuación, distorsión, interferencia y ruido).
- 1.3 Limitaciones fundamentales en los sistemas de comunicación eléctricos (ancho de banda, ruido, atenuación).
- 1.4 Breve historia de los sistemas de comunicación eléctricos.
- 1.5 Organismos reguladores de las telecomunicaciones.
- 1.6 El espectro electromagnético y el espectro radioeléctrico.

2 Transmisión de señales

Objetivo: El alumno aplicará las técnicas de análisis de señales y sistemas para analizar las alteraciones producidas en las señales de información por los efectos de distorsión, ruido y filtrado que pueden ocurrir en un sistema de comunicación.

Contenido:

- 2.1 Descripción de un sistema de procesamiento de señales mediante diagramas de bloques funcionales.
 - 2.1.1 Diagramas de bloques funcionales.
 - 2.1.2 Operador funcional (relación de entrada-salida) de un bloque funcional.
 - 2.1.3 Clasificación de los bloques funcionales de acuerdo a su operador funcional (sistemas lineales e invariantes en el tiempo, sistemas no lineales, sistemas paramétricos, etc.).
 - 2.1.4 Breve descripción de las formas de implementación de los bloques funcionales (a través de hardware analógico, hardware digital o software).
- 2.2 Sistema lineal e invariante en el tiempo (respuesta al impulso, función de transferencia, respuesta en frecuencia, ancho de banda del sistema).
- 2.3 Sistemas no lineales (característica de transferencia, ejemplos de características de transferencia de sistemas no lineales, representación polinomial de una característica de transferencia).
- 2.4 Distorsión lineal.
 - 2.4.1 Transmisión sin distorsión en un sistema lineal e invariante en el tiempo.
 - 2.4.2 Distorsión lineal (de amplitud, de fase y de grupo).
- 2.5 Ecualización.
- 2.6 Distorsión no lineal.
 - 2.6.1 Distorsión no lineal (armónica y de intermodulación).
- 2.7 Ruido eléctrico.
 - 2.7.1 Ruido de acuerdo al lugar donde se localiza su fuente con respecto a un sistema de comunicación.

Ruido interno. Ruido externo.

2.7.2 Ruido de acuerdo a fenómenos físicos que aparecen en elementos eléctricos y electrónicos.

2.7.3 Ruido de acuerdo a su distribución en el dominio de la frecuencia. Ruido blanco. Ruido coloreado.

2.7.4 Ruido de acuerdo a la distribución probabilística de sus valores en el tiempo. Ruido gaussiano.

2.7.5 Ruido blanco gaussiano.

2.7.6 Ancho de banda equivalente del ruido.

2.8 Filtros.

2.8.1 Función de los filtros en los sistemas de comunicaciones.

2.8.2 Sistemas físicamente realizables (causalidad y criterio de Paley-Wiener).

2.8.3 Filtros ideales (características).

2.8.4 Filtros realizables (características generales).

2.8.5 Aproximaciones a características de filtros ideales (filtros Butterworth, Chevyshev y Bessel).

2.8.6 Tipos de filtros de acuerdo a su construcción.

2.9 Tiempo de subida.

2.9.1 Respuesta al escalón.

2.9.2 Determinación del tiempo de subida.

2.9.3 Relación entre el tiempo de subida y el ancho de banda.

2.10 Sistema de transmisión de pulsos en banda base.

2.10.1 Requisitos de ancho de banda. Distorsión de pulsos.

2.10.2 Detección de pulsos en presencia de ruido aditivo.

3 Modulación de onda continua

Objetivo: El alumno comparará las diversas técnicas de modulación de onda continua, tomando en consideración aspectos como la potencia de transmisión, el ancho de banda ocupado y el desempeño ante el ruido, para conocer las ventajas y desventajas de cada una de ellas y sus aplicaciones.

Contenido:

3.1 Introducción.

3.1.1 Modulación y demodulación o detección.

3.1.2 Razones por las que se emplea la modulación.

3.1.3 Tipos de modulación.

3.1.4 Señales y sistemas pasa banda. Sistema pasa banda. Señal pasa banda. Representación envolvente-fase. Representación de portadoras en cuadratura. Transformaciones pasa bajas a pasa banda.

3.1.5 Moduladores canónicos. Modulador envolvente-fase. Modulador I y Q.

3.2 Modulación en amplitud.

3.2.1 Doble banda lateral con portadora suprimida (DSB-SC).

3.2.2 Detección síncrona para DSB-SC. Descripción del proceso de detección. Error de frecuencia. Error de fase.

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

3.2.4 Detección de envolvente para DSB-C.

3.2.5 Detección síncrona para DSB-C.

3.2.6 Transformada de Hilbert y señales analíticas.

3.2.7 Banda lateral única (SSB).

3.2.8 Moduladores de SSB. Modulador por filtrado. Modulador de cambio de fase. Modulador de Weaver.

- 3.2.9 Detección síncrona para SSB.
- 3.2.10 Banda lateral residual (VSB).
- 3.2.11 Detección síncrona para VSB.
- 3.2.12 Banda lateral residual con portadora (VSB +C) y detección de envolvente.
- 3.2.13 Banda lateral independiente (ISB).
- 3.2.14 Representación en el tiempo del ruido pasa banda.
- 3.2.15 Efectos del ruido en la modulación en amplitud. Para una detección coherente. Para una detección de envolvente.
- 3.2.16 Comparación entre los diversos tipos de modulación en amplitud.

3.3 Modulación angular.

- 3.3.1 Conceptos básicos. Modulación en fase (PM) y modulación en frecuencia (FM). Relación entre FM y PM.
- 3.3.2 Modulación en frecuencia (FM), de banda angosta, de banda ancha.
- 3.3.3 Moduladores para FM.
- 3.3.4 Métodos de demodulación para FM. Discriminadores de frecuencia.
- 3.3.5 Interferencia en la modulación angular de banda ancha.
- 3.3.6 Preénfasis y deénfasis.
- 3.3.7 Efectos del ruido en FM. Efecto de umbral en FM.

3.4 Comparación de las técnicas de modulación de onda continua.

- 3.4.1 Representación matemática general (envolvente fase y portadoras en cuadratura) de las portadoras moduladas.
- 3.4.2 Anchos de banda de transmisión.
- 3.4.3 Comparación de los distintos tipos de modulación en función de su desempeño ante el ruido.

3.5 Aplicaciones y temas relacionados con la modulación.

- 3.5.1 Conversión de frecuencia.
- 3.5.2 Estructura general de un transmisor.
- 3.5.3 El receptor superheterodino.
- 3.5.4 Multiplexación por división de frecuencia (FDM).
- 3.5.5 Multiplexación en cuadratura.
- 3.5.6 Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA).
- 3.5.7 Normas técnicas para radiodifusión sonora en AM y en FM.
- 3.5.8 Generación de FM estereofónica en radiodifusión.

4 Muestreo y modulación de pulsos

Objetivo: El alumno analizará los procesos de muestreo de señales analógicas para describir la multiplexación en tiempo de señales analógicas y las diversas técnicas de modulación de pulsos.

Contenido:

- 4.1 Muestreo ideal y reconstrucción. Teorema del muestreo uniforme. Interferencia de colas espectrales (Aliasing).
- 4.2 Muestro práctico.
 - 4.2.1 Aspectos del muestreo práctico.
 - 4.2.2 Muestreo natural y reconstrucción.
 - 4.2.3 Muestreo de tope plano y reconstrucción.
 - 4.2.4 Modulación en amplitud de pulsos (PAM).

- 4.3 Muestreo de señales pasa banda.
- 4.4 Introducción a la multiplexación por división de tiempo (TDM) de señales analógicas.
- 4.5 Modulación en duración o anchura de pulsos (PDM/PWM).
- 4.6 Modulación en posición de pulsos (PPM).

5 Modulación por pulsos codificados

Objetivo: El alumno analizará las principales técnicas de codificación de forma de onda orientadas a convertir señales analógicas en señales digitales, para la transmisión de éstas por un sistema de comunicación digital.

Contenido:

- 5.1 Conversión A/D. Modulación por pulsos codificados (PCM).
 - 5.1.1 Introducción. Etapas de la modulación por pulsos codificados: muestreo, cuantización y codificación.
 - 5.1.2 Cuantización. Cuantización uniforme y no uniforme.
 - 5.1.3 Cuantización uniforme (de mitad de tramo, de mitad de peldaño, de redondeo y de truncado).
 - 5.1.4 Tipos de ruido generados en el proceso de cuantización. Ruido de cuantización. Ruido de saturación o sobrecarga y ruido de canal ocioso.
 - 5.1.5 Relación señal a ruido de cuantización en una cuantización uniforme.
 - 5.1.6 Desempeño de los cuantizadores uniformes ante diversos tipos de señales (caracterizadas por una función de densidad de probabilidad uniforme, gaussiana, laplaciana, sinusoidal, etc.).
 - 5.1.7 Cuantización no uniforme. Técnicas para obtener una cuantización no uniforme.
 - 5.1.8 Cuantización no uniforme mediante compresión logarítmica analógica. Relación señal a ruido de cuantización empleando compresión.
 - 5.1.9 Leyes de compresión para voz: ley
 - 5.1.10 Comparación de la cuantización no uniforme mediante compresión con la cuantización uniforme. Ganancia por compresión. Mejora por compresión.
 - 5.1.11 Cuantización no uniforme mediante compresión digital.
 - 5.1.12 Codificación. Código binario. Códigos derivados del código binario. Representación de las muestras cuantizadas mediante un código binario.
- 5.2 Modulación de pulsos codificados diferencial (DPCM).
 - 5.2.1 Filtros de predicción.
 - 5.2.2 DPCM con predicción de muestras de la señal de entrada.
 - 5.2.3 DPCM con predicción de señal cuantizada diferencialmente.
- 5.3 Modulación de pulsos codificados diferencial adaptable (ADPCM).
 - 5.3.1 Cuantización adaptable.
 - 5.3.2 Predicción adaptable.

Bibliografía básica

BRUCE, Carlson, CRILLY, Paul
Communication Systems
 5th edition
 McGraw Hill, 2009

COUCH, Leon W.
Digital and Analog Communication Systems

Temas para los que se recomienda:

Todos

Todos

8th edition

Prentice Hall, 2012

HAYKIN, Simon, MOHER, Michael

Communication Systems

Todos

5th edition

John Wiley and Sons, 2009

LATHI, B., DING, Zhi

Modern Digital and Analog Communication Systems

Todos

4th edition

Oxford University Press, 2009

MICHAEL, P. Fitz

Fundamentals of Communication Systems

Todos

3rd edition

McGraw Hill Profesional, 2007

PROAKIS, John, SALEHI, Masoud

Fundamentals of Communication Systems

Todos

2nd edition

Prentice Hall, 2004

PROAKIS, John, SALEHI, Masoud, BAUCH, Gerhard

Comtemporary Communication Systems using MATLAB

Todos

3rd edition

CL Engineering, 2012

ZIEMER, Rodger E., TRANTER, William H.

Principles of Communications

Todos

6th edition

John Wiley and Sons, 2008

Bibliografía complementaria

Temas para los que se recomienda:

BLAKE, Roy

Sistemas electrónicos de comunicaciones

Todos

International Thomson, 2004

FRENZEL, Louis E.

Sistemas Electrónicos de Comunicaciones

Todos

Alfaomega, 2003

Sugerencias didácticas

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

Forma de evaluar

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Licenciatura en Ingeniería en Telecomunicaciones o en Comunicaciones y Electrónica. Debe haber realizado estudios de posgrado y además tener experiencia en sistemas de transmisión analógicos y digitales (manejo de señales en banda base, multiplexación, PCM, ADPCM, modulación, distorsión ruido). Contar con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente en la disciplina y en didáctica.