

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

COMUNICACIONES DIGITALES (L+)

1681

6°

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: Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones

Seriación obligatoria consecuyente: Telefonía Digital (L+)

Objetivo(s) del curso:

El alumno analizará los principales procesos que se llevan a cabo sobre las señales para su transmisión en sistemas de comunicaciones digitales, explicará la operación de estos sistemas en su totalidad y evaluará el desempeño de ellos ante el ruido y las interferencias.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	10.0
2.	Multiplexación por división de tiempo	15.0
3.	Sistemas de comunicación digital de banda base	10.0
4.	Sistemas de comunicación digital pasa banda	10.0
5.	Sistemas de espectro disperso	15.0
6.	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal	12.0
		72.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	104.0



1 Introducción

Objetivo: El alumno describirá las diversas etapas de procesamiento que hay en un sistema de comunicación digital y las ventajas de este tipo de sistema con respecto a uno analógico.

Contenido:

- Señales digitales. Ventajas de una transmisión digital con respecto a una transmisión analógica.
- Estructura de un sistema de comunicación digital.
- Evolución y estado actual de los sistemas de comunicación digitales.
- Fuentes de señales digitales.
 - Señales analógicas digitalizadas (voz, audio, video, etc.).
 - Textos. Códigos de intercambio de información (Baudot, ASCII, EBCDIC, Hollerith).

2 Multiplexación por división de tiempo

Objetivo: El alumno explicará las características de las diversas variantes de la multiplexación por división de tiempo de señales digitales y sus aplicaciones en los sistemas de comunicación digital.

Contenido:

- Multiplexación por división de tiempo, TDM.
 - Principio básico de operación.
 - Características de una jerarquía digital plesiocrona, PDH (1er. nivel de multiplexación síncrono. Arreglo de tramas y multitramas. Niveles superiores de multiplexación cuasi-síncronos. Intercalado de bits y relleno de bits).
- Jerarquías PDH para canales telefónicos, Norteamérica y Europa.
- Principios de operación de la Jerarquía Digital Síncrona, SDH y de SONET.
- TDM asíncrono. Intercalado de caracteres (o palabras) y relleno de palabras.
- Multiplexación por división de tiempo estadística, STDM.
- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).

3 Sistemas de comunicación digital en banda base

Objetivo: El alumno analizará los procesos que se llevan a cabo sobre las señales digitales durante su transmisión a través de un sistema de comunicación digital de banda base y examinará las formas de determinar y mejorar el desempeño de estos sistemas ante el ruido.

Contenido:

- Señales de banda base.
- Estructura general de un sistema de comunicación digital de banda base.
- Códigos de línea.
 - Función de la codificación de línea.
 - Consideraciones para la selección de un código de línea.
 - Clasificación y características en tiempo y frecuencia de los diversos códigos de línea empleados en los sistemas de comunicaciones.
 - Aleatorización de bits (Scrambling).



Tasas de transmisión.

Tasa de bits en serie (bits/seg.).

Tasa en Baud.

Comparación de la tasa en Baud con la tasa en bits para diferentes códigos de línea.

Señalización multinivel.

Conformación de pulsos.

Interferencia intersimbólica (ISI).

Estructura de un sistema de conformado de pulsos para reducir la interferencia intersimbólica

Teorema de Nyquist de la simetría residual y formas de onda de Nyquist.

Primer criterio de Nyquist, ISI nula. Conformación de pulsos mediante formas de onda de Nyquist de coseno alzado.

Segundo criterio de Nyquist, señalización de respuesta parcial. Técnicas duobinarias y codificación correlativa.

Relación entre la tasa de transmisión y el ancho de banda al emplear conformación de pulsos.

Formas de llevar a cabo prácticamente la conformación de pulsos.

Cálculo de la tasa de símbolos y bits en error (SER y BER).

Detección mediante umbral y regeneración de pulsos en un receptor digital.

Probabilidad de error de símbolos y bits para ruido blanco Gaussiano, considerando una señalización binaria.

Probabilidad de error de símbolos y bits para ruido blanco Gaussiano, considerando una señalización multinivel.

Filtrado óptimo. Detección empleando filtrado acoplado. Detección empleando correlación

Diagrama o patrón de ojo.

Redes de igualación (ecualizadores).

Características típicas de los canales de transmisión. Función de la red de igualación.

Redes de igualación mediante filtros transversales de forzado a cero y de error cuadrático mínimo.

Redes de igualación automáticas (preajustadas y adaptables).

Repetidores regenerativos.

Función del repetidor regenerativo. Estructura de un repetidor regenerativo.

Probabilidad de error en un sistema de comunicación con repetidores regenerativos. Ventaja con respecto a un sistema de repetidores simples de amplificación.

Recuperación del reloj en el receptor y repetidores regenerativos.

4 Sistemas de comunicación digital pasa banda

Objetivo: El alumno analizará y comparará las diversas técnicas de modulación empleadas en los sistemas de comunicación digital pasa banda, examinará las formas de evaluar y mejorar el desempeño de estos sistemas ante el ruido y seleccionará la técnica de modulación más adecuada para cada necesidad de transmisión.

Contenido:

Estructura general de un sistema de comunicación digital pasa banda. Necesidad de emplear un proceso de modulación.

Tipos de técnicas modulación en sistemas de comunicaciones digitales. El modulador I y Q.



Técnicas de modulación de señalización binaria.

De amplitud (ASK). Encendido apagado (OOK).

De fase (PSK). Inversión de fase (PRK).

De frecuencia (FSK). BFSK . FSK de Sunde .

Detección coherente para señales ASK.

PSK y FSK.

Detección no-coherente para señales de ASK, FSK y DPSK.

Técnicas de modulación de señalización multinivel.

Técnicas M-arias (M- ASK, M-FSK y M-PSK). Eficiencia espectral.

Técnicas M-PSK. QPSK (4-PSK) y 8.

Modulación de amplitud- fase. APK y QAM.

Detección para señales M-PSK, APK y QAM.

Conformación de pulsos y modulación.

Conformación de pulsos para señales pasa banda surgidas de los procesos de modulación.

Relación entre anchos de banda y tasa de transmisión para la conformación de pulsos y modulación.

Variaciones de QPSK y FSK.

Modulación desplazada (offset) OQPSK.

Modulación diferencial DQPSK y $\pi/4$ DQPSK.

FSK de fase continua CPFSK y MSK.

MSK Gaussiano, GMSK.

Comparación de las diversas técnicas de modulación.

Ancho de banda. Eficiencia espectral.

Requerimientos de potencia.

Inmunidad a las alteraciones en el canal.

Tasa de bits en error (BER).

Complejidad del equipo.

Análisis de constelaciones y diagramas de ojo para las técnicas de modulación.

Sincronización.

Sincronización de portadora (Recuperación de portadora).

Sincronización de símbolo (Recuperación de reloj).

5 Sistema de espectro disperso

Objetivo: El alumno describirá el funcionamiento de las técnicas de transmisión de espectro disperso, las comparará y explicará aplicaciones que tiene éstas en los sistemas de comunicación modernos.

Contenido:

Secuencias de pseudo-ruido. Códigos Barker.

Fundamentos de la técnica de espectro disperso.

Espectro disperso de secuencia directa (DS-SS).

Espectro disperso por salto de frecuencia.(FH-SS).

Espectro disperso por salto en el tiempo (TH-SS).

Consideraciones contra interferencias (Jamming).

Aplicaciones.

Multiplexación por división de código (CDM).

Acceso múltiple por división de código (CDMA).

El receptor RAKE.



6 Multiplexación por división de frecuencia ortogonal

Objetivo: El alumno describirá el funcionamiento de la técnica de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, explicará las ventajas y desventajas de esta técnica y su aplicación en sistemas de comunicaciones modernos.

Contenido:

- Historia de OFDM
- Ortogonalidad y generación de subportadoras empleando IFFT
- Parámetros de OFDM
- Procesamiento de señales OFDM
- Complejidad de OFDM contra modulaciones de una sola portadora
- OFDM codificada, COFDM
- Aplicaciones
 - Radiodifusión sonora digital
 - Televisión digital
 - Redes inalámbricas
 - ADSL

Bibliografía básica:

GLOVER, Ian , GRANT, Peter
Digital Communications
 2nd edition
 Englewood Cliffs
 Prentice Hall Professional, 2003

SKLAR, Bernard
Digital Communications: Fundamentals and Applications
 2nd edition
 Englewood Cliffs
 Prentice Hall Inc., 2001

PURSLEY, Michael B.
Introduction to Digital Communications
 Boston
 Addison Wesley, 2004

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

Temas para los que se recomienda:

Todos

Todos

Todos

Todos



BATEMAN, Andy
Digital Communications
 Boston
 Addison Wesley, 1998

Todos

Bibliografía complementaria:

Temas para los que se recomienda:

HAYKIN, Simon.
Digital Communications
 New York
 John Wiley & Sons Inc., 1988

Todos

SMITH, David R.
Digital Transmission Systems
 Norwell
 Kluwer. Academic, 2004

Todos

MILLER, Michael J.
Digital Transmission Systems and Networks
 Rockville
 Computer Science Press, 1987
 Vol. I y 2

Todos

Sugerencias didácticas:

Exposición oral
 Exposición audiovisual
 Ejercicios dentro de clase
 Ejercicios fuera del aula
 Seminarios

X
X
X
X

Lecturas obligatorias
 Trabajos de investigación
 Prácticas de taller o laboratorio
 Prácticas de campo
 Otras:

X
X
X

Forma de evaluar:

Exámenes parciales
 Exámenes finales
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase
 Asistencias a prácticas
 Otras:

X
X

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Posgrado en Telecomunicaciones o en Comunicaciones y Electrónica. Experiencia en sistemas de transmisión digitales (manejo de señales en banda base, multiplexación PDH y SDH, modulación, espectro esparcido, CDMA y OFDM)