



Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Ingeniería de Sistemas de Comunicación
Licenciaturas en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Curso: **Fundamentos de Telecomunicaciones**

Código: 0872

Profesor: *Dr.-Ing. Carlos A. Medina C.*

Marzo de 2022

La consecución de la excelencia es un proceso, no un hecho aislado.

Robin Sharma, El club de las 5 de la mañana

Descripción del Curso

La comunicación desempeña un papel fundamental en prácticamente todos los aspectos de una sociedad, desde los negocios y el gobierno hasta el ocio. Hoy en día damos por sentado que la tecnología nos permite transmitir información a casi la velocidad de la luz a cualquier sitio del planeta, y nos hemos acostumbrado tanto a las telecomunicaciones que el mundo tal como lo conocemos hoy terminaría si ésta se eliminara de pronto. La necesidad de transmitir información en forma más fácil, rápida y segura impulsa el crecimiento de las telecomunicaciones, y la investigación y desarrollo de tecnologías avanzadas para televisión, internet, telefonía y radio, entre otras.

Este curso introduce los conceptos y técnicas básicas de los sistemas de comunicación en términos del análisis de señales y sistemas (principalmente usando el modelo de sistemas lineales invariantes en el tiempo y el análisis de Fourier). Se estudian las técnicas de transmisión y recepción de señales de información usando esquemas de comunicación tanto analógica como digital (en banda-base y pasa-banda), así como aspectos de la digitalización de señales analógicas y la transmisión de señales usando métodos de multicanalización división de frecuencia, tiempo y código. Además, se tratan los conceptos básicos de redes de telecomunicaciones, incluyendo los protocolos estándares OSI y TCP/IP.

Justificación

Este curso es fundamental para la comprensión de los conceptos y aspectos básicos de los sistemas de comunicación analógica y digital, y el desarrollo de capacidades y habilidades de análisis de los mismos, sirviendo de base para otros cursos de comunicaciones digitales y sistemas de comunicación aplicados.

Objetivos generales del curso

Al finalizar el curso los estudiantes serán capaces de describir, modelar, y analizar sistemas de comunicación analógica y digital básicos (sin ruido) para la transmisión de información, usando modelos de sistemas lineales invariantes en el tiempo y los conceptos fundamentales de información, transmisión de señales, modulación, digitalización y codificación. Todo esto con capacidad de análisis, curiosidad científica, manejo de tecnologías, pensamiento creativo, trabajo en equipo y ética.

Objetivos específicos del curso

- Comprender y describir qué es un sistema de comunicación y su importancia, conocer los tipos básicos de comunicación y aprender algunos conceptos, parámetros, componentes y operaciones fundamentales, comunes a todos los sistemas de comunicación.
- Modelar y analizar señales y sistemas usando conceptos y técnicas del modelo de sistema lineal invariante en el tiempo, así como la transmisión de señales de información.
- Conocer las características de los diversos esquemas de modulación de amplitud, frecuencia y fase, y usar modelos matemáticos para analizar sistemas de comunicación analógica con este tipo de modulación.
- Conocer aspectos y características básicas, como ventajas y desventajas, y los diversos procesos de la señal en un sistema típico de comunicación digital; y comprender, modelar y analizar la transformación de señales analógicas a digitales.
- Comprender y describir varios aspectos básicos de los sistemas basados en el esquema digital de modulación por código de pulso, y modelar y analizar sistemas de este tipo para la obtención de señales banda-base digitales requeridas para la transmisión de la información en un sistema de comunicación banda-base o pasa-banda.
- Comprender el problema de la interferencia intersímbolos, aplicar los conceptos de filtros conformadores de pulsos para mitigar este problema, y construir, interpretar y usar el patrón de ojos y los diagramas de constelación para determinar el desempeño y las limitaciones de sistemas de transmisión de datos digitales.
- Describir y comparar los diversos esquemas de modulación digital y las distintas formas de demodulación usadas en los receptores.
- Conocer y describir los elementos y características de las redes de telecomunicación, incluyendo los protocolos estándares OSI y TCP/IP.

Contenido Programático

1. Conceptos básicos de sistemas de telecomunicación
2. Señales y sistemas
3. Modulaciones analógicas de amplitud, frecuencia y fase
4. Esquemas de modulación digital pasa banda
5. Modulación por código de pulso
6. Multiplexión
7. Redes de telecomunicación

Metodología de la Enseñanza-Aprendizaje

- Diagnóstico escrito
 - Clases magistrales
 - Se desarrollarán problemas en grupo
 - Se promoverá la discusión en clase de los temas tratados por medio de preguntas y respuestas
 - Se realizarán experiencias de laboratorio utilizando software para modelado, simulación y análisis
 - Se desarrollarán mapas conceptuales de cada unidad del curso
 - Se desarrollarán videos explicativos de algún tema particular
- Heteroestructuración
Lectura de documentos y libros Discusión de videos
Se realizarán evaluaciones individuales

Docente

Prof. Dr.-Ing. Carlos A. Medina C.

- Doctorado en Ingeniería
 - Maestría en Ciencias de Ingeniería en Telecomunicaciones
 - Maestría en Ingeniería Eléctrica
 - Especialización en Docencia Superior
 - Especialización en Ingeniería Electrónica Digital
 - Licenciatura en Ingeniería Eléctrica
- Universidad de Ulm, Rep. Federal de Alemania
Universidad Tecnológica de Panamá
Louisiana State University, EUA
Universidad Interamericana de Panamá
Universidad Tecnológica de Panamá
Universidad Tecnológica de Panamá

Experiencia de Aprendizaje

Con el desarrollo de este curso se busca que los estudiantes obtengan los conocimientos y experiencias sobre los fundamentos de los sistemas analógicos y digitales de comunicación. Los estudiantes deben aplicar las herramientas matemáticas hasta el momento adquiridas y que los nuevos conocimientos les permitan comprender, describir, modelar y analizar sistemas de comunicación. Adicionalmente se espera que estos conocimientos sirvan de base para los siguientes cursos en el área de las comunicaciones.

Evaluación

Estrategias de Evaluación	Puntaje / Porcentaje
• Pruebas parciales	30%
• Mapas conceptuales	10%
• Video explicativo	10%
• Laboratorio	15%
• Prueba final	35%
Total	100%

NOTA: No se repetirán las pruebas parciales a los estudiantes que falten, por ningún motivo. Si se falta a alguna prueba parcial se deberá presentar excusa escrita y con certificación médica o legal! En tal caso, la nota de la prueba final se considerará en sustitución de la nota de la prueba a que falte el estudiante. Si se falta por otro motivo que no sea enfermedad o asunto legal sin previa autorización del docente, la nota será 0 ya que se están anunciando las fechas y contenidos de los exámenes con anticipación (ver Estatuto Universitario).

Texto

MEDINA Carlos. (2012) *Fundamentos de Ingeniería de Comunicación – Señales y Sistemas de Comunicación Analógica y Digital*, Editorial Tecnológica, Universidad Tecnológica de Panamá. ISBN 978-9962-5534-1-0

Referencias

COUCH Leon. (2006) *Digital and Analog Communication Systems*. 7 Ed. Prentice Hall. U.S.A.

HAYKIN Simon, MOHER Michael (2007), *Introduction to Analog & Digital Communications*, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.

PROAKIS John, SALEHI Masoud. (2004) *Fundamentals of Communication Systems*. Prentice Hall, U.S.A.

PROAKIS John, SALEHI Masoud, BAUCH Gerhard, (2004) *Contemporary Communication Systems using Matlab*. Thomson Learning, Inc. Brooks/Cole, Canada.

STALLINGS William (2013) *Data and Computer Communications*. 10 Ed. Pearson

TOMASI Wayne Indra (2005) *Introduction to Data Communications and Networking*. Pearson

Laboratorio:

Se desarrollarán una serie de experiencias de laboratorio basadas en software, para modelado, simulación y análisis. Las guías serán entregadas por el instructor. Los temas incluyen: Introducción a Octave / Análisis de señales y sistemas lineales en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia / esquemas de modulación analógica de amplitud, frecuencia y fase / esquemas de modulación digital / modulación por código de pulso / configuración y análisis básico de redes.

Proyectos

1. Mapas conceptuales
Mapa conceptual de cada capítulo
El mapa conceptual consiste en una sinopsis gráfica sobre un tema en concreto. Es una técnica usada normalmente para resumir y contemplar fácilmente todas las partes y ramificaciones de un tema y sus relaciones. Es un organizador gráfico que permite representar el conocimiento como una serie de conceptos que se conectan con palabras vinculadas para formar una proposición, dan una idea clara de conceptos complejos y facilitan el aprendizaje (significativo y activo)
https://es.wikipedia.org/wiki/Mapa_conceptual

Tres características principales: jerarquización, síntesis e impacto visual.

- Jerarquización. Los conceptos deben estar dispuestos por orden de importancia o de inclusividad. Los ejemplos se sitúan en los últimos lugares y no se enmarcan.
- Síntesis. Un mapa contiene lo más importante o significativo de un mensaje, tema o texto. Previamente a la construcción del mapa hay que elegir los términos que hagan referencia a los conceptos en los que conviene centrar la atención. La cantidad de conceptos que seleccionemos dependerá del tipo de material usado o la utilidad que le asignemos al mapa.
- Impacto visual. Un buen mapa conceptual es conciso y muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso. Por ello se aconseja no dar por definitivo el primer mapa que hayamos trazado, sino tomarlo como borrador para rehacerlo y mejorar su presentación. Para mejorar el impacto visual se sugiere destacar los conceptos más relevantes enmarcándolos en una elipse y escribiéndolos con letra mayúscula. La elipse es preferible al rectángulo ya que aumenta el contraste entre las letras y el fondo.

2. Vídeo

Explicación de tema específico

Voces propias, animaciones, creatividad

Hasta 3.5 minutos

- Qué es la telecomunicación, cuál es su importancia y su evolución
- Por qué es importante la transformada de Fourier en telecomunicaciones
- Cómo funciona un sistema de radiodifusión analógica o digital
- Cómo funciona un sistema de difusión de televisión analógica o digital
- Qué es la modulación digital, cuáles son los esquemas básicos y en qué se diferencian
- Cómo funciona una red de computadoras
- Qué es una red de potencia inteligente (Smart grid)
- Cómo funciona la transmisión por PCM
- Cómo se implementa la digitalización de señales analógicas
- Explicar alguna aplicación de red inteligente haciendo énfasis en la parte de telecomunicaciones:
 - AMI (Advanced Metering Infrastructure)
 - Smart Metering
 - Distribution Automation
 - Demand Response
 - Distributed Energy Resources and Storage (DERS)
 - SCADA and Energy Management Systems
 - Wide-area Situational Awareness (WASA)
 - Distribution Grid Management

Software recomendado

Para el desarrollo de los laboratorios por simulación se recomienda el uso de:

- GNU Octave
- PSpice
- Packet Tracer

Considere para sus tareas, pruebas, proyectos, laboratorios la **Honestidad Académica y el Plagio**

El plagio es el uso sin reconocimiento del trabajo de otras personas, es decir, presentar o utilizar material, conceptos o ideas de otros como propios. El plagio incluye la copia de tareas y resultados de laboratorio de otros estudiantes; la copia de material, ideas o conceptos de un libro, artículo, reporte u otro trabajo escrito (publicado o no), diseños, dibujos, circuitos, programas, etc. sin el reconocimiento apropiado de la fuente; parafrasear el trabajo de otra persona o realizar cambios menores manteniendo el significado, la forma y/o progresión de ideas del original; copiar secciones de varios trabajos ajenos y formar uno solo nuevo sin indicar las fuentes originales; presentar una asignación o trabajo como independiente, cuando fue producido por un grupo de personas, por ejemplo, alumno y tutor. La inclusión de pensamientos o trabajos de otros con la atribución concedida a la disciplina académica no se considera plagio.

Cronograma

	Semana	Contenido / actividades
01	Mar 21	Expectativas del curso / Consejos / metodologías / evaluación / proyectos / laboratorios / contenido / referencias Ver vídeos V00
	25	Conceptos básicos – Telecomunicación / elementos y recursos básicos Ver vídeo V01
02	Mar 28	Canales / razón señal a ruido / anchos de banda / modulación, multiplexión y duplexación / Espectro radioeléctrico / redes de telecomunicaciones – Ver vídeos V02
	01	Señales y sistemas – Definiciones / clasificaciones / energía y potencia – Ver vídeo V03
03	Abr 04	Espectro / transformadas / convolución / correlación – Ver vídeos V04/V05
	08	Modulación Analógica – Talleres 1 y 2 / Modulación / Mezclador / DSB-SC
04	Abr 11	DSB-FC / SSB / VSB / QAM
	15	Libre
05	Abr 18	Receptor superheterodino / Modulaciones FM y PM
	22	Ancho de banda / Generación de ondas FM / Demodulación / Receptor FM
06	Abr 25	Preguntas
	29	Parcial 1 – Conceptos básicos / señales y sistemas / modulación analógica
07	May 02	Libre – Ver vídeo V06
	06	Esquemas de modulación digital pasa banda – BASK, BPSK, BFSK
08	May 09	Esquemas binarios no-coherentes / esquemas multinivel – Ver vídeo V07
	13	Modulación multiportadora
09	May 16	Preguntas
	20	Parcial 2 – modulación digital pasa-banda – Ver vídeo V08
10	May 23	Modulación por Código de Pulso – introducción / Teorema de muestreo
	27	Cuantización lineal y no lineal
11	May 30	Codificación / formas de onda / modulación multinivel
	03	Preguntas
12	Jun 06	Parcial 3: PCM – Ver vídeo V09/10
	10	Multiplexión – FDM / TDM
13	Jun 13	PDH/SDH / CDM – Ver vídeos V11/V12/V13
	17	Redes de telecomunicación – Funciones / generalidades / protocolo / ejemplos de redes
14	Jun 20	Arquitectura, infraestructura, tecnologías / clasificación – Ver vídeo V14/15
	24	Arquitectura de protocolos / modelo OSI
15	Jun 27	Modelo TCP/IP / caso de estudio
	01	Preguntas
16	Jul 04	Prueba parcial 4: Multiplexión y Redes de telecomunicación
	Jul 08	Entrega de vídeo / concurso

Vídeos

- V00 <https://www.youtube.com/watch?v=tTvJHkYG16Y>
<https://www.youtube.com/watch?v=dLzgRU25tXM>
- V01 <https://www.youtube.com/watch?v=dvGcCk1vbjk>
- V02 <https://www.youtube.com/watch?v=r18Gi8ISkfM>
https://www.youtube.com/watch?v=mkGsMWi_j4Q
<https://www.youtube.com/watch?v=h4PTucW3Rm0>
- V03 https://www.youtube.com/watch?v=_HATc2zAhcY
- V04 <https://www.youtube.com/watch?v=I0jdIvwkiDI>
- V05 <https://www.youtube.com/watch?v=nxOMIrNAZHY>
- V06 <https://www.youtube.com/watch?v=qGwUOvErR8Q>
- V07 <https://www.youtube.com/watch?v=KCHO7zIU25Q>
- V08 <https://www.youtube.com/watch?v=HlGJ6xxbz8s>
- V09 <https://www.youtube.com/watch?v=Ph9N0XGmi-E>
- V10 https://www.youtube.com/watch?v=fIZhDI35_XY
- V11 <https://www.youtube.com/watch?v=TVpg7StOxgg>
- V12 <https://www.youtube.com/watch?v=B1tElYnFqL8>
- V13 <https://www.youtube.com/watch?v=T5xQJk-Aamk>
- V14 <https://www.youtube.com/watch?v=nFnLPGk8WjA>
- V15 <https://www.youtube.com/watch?v=YxVNHbsQxmY>