

# EL4005 Principios de Comunicaciones

## Clase No.1: Introducción



Patricio Parada

Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Chile

11 de Agosto de 2010

# Contenidos de la Clase (1)

---

## Presentación del Curso

- Aspectos Administrativos

- Objetivos

- Evaluaciones

- Contenidos del Curso

- Materias que deben manejar

- Bibliografía

## Introducción a los Sistemas de Comunicaciones

## Contenidos de la Clase (2)

---

Breve Revisión Histórica

## Equipo Docente

---

- Profesor de Cátedra: Patricio Parada
- Profesor Auxiliar: Patricio Pérez
- Ayudantes:  
Andrés Contreras.  
Juan Pablo Robledo.  
César Valenzuela.
- <https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/2/EL4005/1/>

## Objetivos (1)

---

El objetivo central de este curso es:

*dar herramientas al estudiante que le permitan analizar y diseñar sistemas de comunicaciones punto-a-punto de baja y mediana complejidad.*

En particular, los siguientes son los objetivos específicos del curso:

- (i) Caracterizar y aplicar técnicas en sistemas de comunicaciones:
  - Compresión de fuente.
  - Cuantización de fuente.

## Objetivos (2)

---

- Modulación - analógica y digital - para recepción óptima.
  - Codificación para control de errores.
- (ii) Implementar técnicas básicas de comunicaciones para evaluar su desempeño numéricamente.
- (iii) Aplicar modelamiento matemático a problemas de comunicaciones.
- (iv) Comparar diferentes técnicas en comunicaciones analógicas y digitales.

# Evaluaciones (1)

---

- Dos tipos de evaluaciones:
  - 3 controles
  - Tareas semanales.
- Calendario de Controles
  - Control 1: 6 de Septiembre de 2010.
  - Control 2: 18 de Octubre de 2010.
  - Control 3: 22 de Noviembre de 2010.
  - Examen: fijado por la Escuela, eximición con promedio

$$\frac{1}{3}(C_1 + C_2 + C_3) \geq 5,5.$$

## Evaluaciones (2)

---

Se puede utilizar una hoja con fórmulas en el  $C_1$ , dos en el  $C_2$ , tres en el  $C_3$  y cuatro en el examen.

- Tareas
  - Tareas semanales (excepto por las semanas de controles y vacaciones de Fiestas Patrias) de dos problema por tarea.
  - Se estima alcanzar un total de 9 a 11 tareas.
  - Se elimina la peor nota.
  - Entregar en buzón de tareas del departamento.
  - **No se aceptarán tareas atrasadas.**
  - Se permite trabajo en grupo, pero solución es individual.

## Evaluaciones (3)

---

- Prohibido: buscar soluciones en la red, material de otros semestres, y utilizar solucionarios. Será considerado copia.
- Asistencia: voluntaria.
- Nota final:

$$NF = 0,8 \times NC + 0,2 \times NT$$

# Resumen (1)

---

1. Introducción, contexto actual de la industria de comunicaciones y problemas fundamentales.
2. Comunicaciones analógicas
  - Modulación de amplitud
  - Modulación angular
3. Comunicaciones digitales I: manejo de fuentes de información.
  - Límites fundamentales de desempeño.
  - Técnicas de codificación de fuente.
4. Comunicaciones digitales II: manejo de canal de comunicación.

## Resumen (2)

---

- Detección digital de señales analógicas.
- Modulación en banda base.
- Modulación pasabanda.
- Canales con memoria
- Introducción a la codificación para el control de errores.

# Conocimientos Previos (1)

---

Los temas que se tratarán en el curso utilizan como base los conocimientos de los cursos de *Probabilidades y Estadística*, y de *Señales y Sistemas I y II*.

## Tema 1. Sistemas y Señales

- Tipos de señales y sistemas.
- Señales importantes.
- Respuesta de sistemas LTI.
- Series de Fourier y Transformada de Fourier.

# Conocimientos Previos (2)

---

## Tema 2. Probabilidades

- Definición de medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: ejemplos, distribuciones, funciones de variables aleatorias, función generadora de momentos.
- Vectores aleatorios y secuencias aleatorias.
- Convergencia y teoremas límites.

## Tema 3. Procesos estocásticos

- Definición y ejemplos.
- Procesos importantes y aplicaciones en la práctica.

## Conocimientos Previos (3)

---

- Caracterización en términos de la función de autocorrelación.
- Estacionariedad en sentido amplio (WSS).
- Respuesta espectral.

### Tema 4. Algebra Lineal

- Espacios vectoriales.
- Productos internos y normas.
- Bases, representaciones y proyecciones.

## Bibliografía Principal

---

- [1] B.P. Lathi y Zhi Ding, *Modern Digital and Analog Communication Systems*, 4th. Edition, New York: New York, Oxford University Press, 2009.
- [2] John Proakis y Masoud Salehi, *Communication Systems Engineering*, 2nd. Edition, New Jersey: Upper Saddle River, Prentice Hall, 2002.

## Bibliografía Complementaria (1)

---

- Comunicaciones Analógicas:

[3] John Proakis y Masoud Salehi, *Fundamentals of Communication Systems*, 1st. Edition, Prentice Hall, 2005.

- Comunicaciones Digitales:

[4] Richard E. Blahut, *Modem Theory: An Introduction to Telecommunications*, 1st. Edition, United Kingdom: Cambridge, Cambridge University Press, 2010.

## Bibliografía Complementaria (2)

---

- [5] Robert G. Gallager, *Principles of Digital Communications*, 1st. Edition, New York: New York, Cambridge University Press, 2008.
- [6] Amos Lapidoth, *A Foundation in Digital Communications*, 1st. Edition, United Kingdom.: Cambridge, Cambridge University Press, 2009.
- [7] John Proakis y Masoud Salehi, *Fundamentals of Communication Systems*, 1st. Edition, Prentice Hall, 2005.
- [8] Andrew Viterbi and Jim Omura, *Principles of Digital Communications and Coding*, New York: New York, McGraw-Hill, 1979 (2009).

## Bibliografía Complementaria (3)

---

- [9] John Wozencraft e Irwin Jacobs, *Principles of Communications Engineering*, New York: New York, Wiley, 1965 (1995).
- Codificación para el Control de Errores:
  - [10] Richard E. Blahut, *Algebraic Codes for Data Transmission*, 1st. Edition, United Kingdom: Cambridge, Cambridge University Press, 2003.
  - [11] Tom Richardson y Rüdiger Urbanke, *Modern Coding Theory*, 1st. Edition, New York: New York, Cambridge University Press, 2008.

## Bibliografía Complementaria (4)

---

[12] W. Wesley Peterson y E. J. Weldon, Jr., *Error-Correcting Codes*, 2nd. Edition, Massachusetts: Massachusetts, MIT Press, 1972.

- Teoría de Información:

[13] Thomas Cover y Jay Thomas, *Elements of Information Theory*, 2nd. Edition, New York: New York, Wiley, 2005.

[14] Robert Gallager, *Information Theory and Reliable Communication*, 1st. Edition, New York: New York, Wiley, 1968.

- Teoría de Probabilidades:

## Bibliografía Complementaria (5)

---

- [15] Sheldon Ross, *A First Course in Probability*, 8th. Edition, New Jersey: Upper Saddle River, Prentice Hall, 2009.
- [16] Henry Stark y John W. Woods, *Probability and Random Processes with Applications to Signal Processing*, 3rd. Edition, New Jersey: Upper Saddle River, Prentice Hall, 2002.

# Capítulo 1: Introducción a los Sistemas de Comunicaciones

## El Tema Central de Este Curso (1)

---

- Claude Shannon describió el problema fundamental de las comunicaciones punto-a-punto como el de:
  - “reproducir en un lugar el mensaje exacto o lo más parecido posible seleccionado en otro lugar”
- Este es el tema central de este curso y de la industria de telecomunicaciones.
- Cada solución dependerá de los recursos disponibles y del canal de comunicación entre ambos lugares.

## El Tema Central de Este Curso (2)

---

- Combinan técnicas de:
  - Análisis de Fourier,
  - Espacios de Hilbert,
  - Teoría de Probabilidades,
  - Teoría de Detección.
- Los requisitos para poder analizar y diseñar soluciones a este problema de comunicaciones son los siguientes:
  - Cálculo,
  - Algebra Lineal,

## El Tema Central de Este Curso (3)

---

- Teoría de Probabilidades,
- Sistemas Lineales.
- Requisito: **Madurez matemática y paciencia.**
- Si uno adquiere una base sólida en el tema, la jerga y siglas se pueden aprender con facilidad más adelante; el proceso inverso es casi imposible de lograr.

# Telegrafía y Telefonía (1)

breve revisión histórica

---

- 1837: Desarrollo del telégrafo eléctrico por Samuel Morse.
- 1844: Primera línea telegráfica conectó Washington con Baltimore.
- Morse desarrolló código binario de longitud variable (Código Morse).
- Precursor de la codificación de fuente.

## Telegrafía y Telefonía (2)

breve revisión histórica

---

- 1858: Instalación primer cable telegráfico transatlántico (falló luego de 4 semanas de uso).
- 1876: Invención del teléfono por Alexander Graham Bell.
- 1877: Creación de la Bell Telephone Company.
- 1906: Invención del amplificador tríodo por Lee De Forest.
- 1953: Instalación primer cable telefónico transatlántico.

## Telegrafía y Telefonía (3)

breve revisión histórica

---

- 1877: Introducción de switching automático vía dispositivo electromecánico desarrollado por Strowger.
- 1947: Invención del transistor y switching electrónico (primer switch electrónico entró en servicio en Illinois en 1947).
- Desarrollo de la fibra óptica (últimas tres décadas).

# Comunicaciones Inalámbricas (1)

breve revisión histórica

---

- 1864: Basado en los trabajos de Oersted y Faraday, James C. Maxwell predijo la existencia de ondas (radiación) electromagnéticas y formuló su teoría básica (usada desde entonces a la fecha).
- 1887: Verificación experimental: Hertz .
- Invención de la telegrafía inalámbrica por Marconi.
  - 1895: 2 kms.
  - 1901: Recepción sobre 1700 millas.

## Comunicaciones Inalámbricas (2)

breve revisión histórica

---

- 1904: Invención del tubo de vacío (Fleming).
- 1920: Modulación de amplitud (AM) y emisiones radiales: Primera estación radial (KDKA), Pittsburgh.
- Invención del receptor de radio superheterodino AM durante WWI (Edwin Armstrong).
- 1933: Modulación de frecuencia (FM; Edwin Armstrong): Desarrollo comercial expansivo hacia finales de WWII.

## Comunicaciones Inalámbricas (3)

breve revisión histórica

---

- 1929: Desarrollo primer sistema televisivo en EE.UU. por V. K. Zworykin.
- 1936: Comienzo de la emisión comercial de TV en Londres (1936): British Broadcasting Corporation (BBC).

## Los Últimos 60 Años (1)

---

- Crecimiento fenomenal marcado por la invención del:
  - Transistor Bipolar; Walter Brattain, John Bardeen y William Shockley (1947).
  - Circuito integrado; Jack Kilby y Robert Noyce (1958).
  - Laser; Townes and Schawlow (1958).
- Desarrollo de circuitos electrónicos pequeños, de bajo consumo y peso y de alta velocidad.

## Los Últimos 60 Años (2)

---

- Aparición de sistemas de comunicación como tal: Vía satélite, microondas y luz (fibra óptica).
- Migración sistemas alámbricos hacia fibra óptica: Alto ancho de banda.
- Telefonía celular.
- Redes de alta velocidad conectando PCs y periféricos alrededor de todo el mundo (transmisión de voz, datos, video, etc.).

# Resumen

---

- Reglas del Juego: Controles, Tareas, Contenidos del Curso, Material Base.
- Introducción al curso: motivación, algo de historia.