



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2005/06

14078 - TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

**ASIGNATURA:** 14078 - TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14078-TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

## Descriptorios B.O.E.

Transmisión de la información. Comunicaciones Analógicas. Fundamentos de detección y Estimación Estadística para comunicaciones.

## Temario

La asignatura se articula en tres bloques

**BLOQUE TEMÁTICO I: FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.**

Tema I: Introducción a los Sistemas de Comunicación.

Tema II: Teoría de Señales y Sistemas en comunicaciones.

**BLOQUE TEMÁTICO II: SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ANALÓGICOS.**

Tema III: Transmisión de señales analógicas

**BLOQUE TEMÁTICO III: SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITALES.**

Tema IV: Conversión analógica - digital de señales.

Tema V: Transmisión digital en banda base.

Tema VI: Transmisión digital paso banda.

Tema VII: Codificación; introducción a las técnicas de control de errores

Contenidos:

Tema I: Introducción a los Sistemas de Comunicación

1.1 Historia de los sistemas de telecomunicación.

1.2 Las comunicaciones en una sociedad avanzada.

1.3 Redes de telecomunicación.

1.4 Tecnologías usadas en la actualidad.

Duración: 2 horas de teoría

Tema II: Teoría de Señales y Sistemas en comunicaciones

2.1 Modelo de sistema de telecomunicación.

- 2.2 Caracterización temporal y espectral de señales y sistemas. Ancho de banda. Filtrado.
  - 2.3 Señales aleatorias: ruido blanco y ruido coloreado. (Especialidad de Telemática)
  - 2.4 Distorsión lineal y no lineal.
  - 2.5 Canal analógico en banda base: Modelo. Relación señal a ruido (RSR).
- Duración: 3 horas de teoría

### Tema III: Transmisión de señales analógicas

- 3.1 Concepto y necesidad de la modulación.
    - 3.1.1. ¿Por qué modular?
    - 3.1.2. Múltiplex por División en Frecuencia.
  - 3.2. Modulaciones lineales
    - 3.2.1 Modulación en Doble Banda Lateral (DBL).
    - 3.2.2 Modulación de Amplitud (AM).
    - 3.2.3 Concepto de demodulación coherente y no coherente
    - 3.2.4 Modelado de señales paso banda.
    - 3.2.5 Modulación en Banda Lateral Única (BLU). Transformada de Hilbert.
    - 3.2.6 Otras modulaciones lineales
  - 3.3. Modelo de sistema de comunicación analógico paso banda.
    - 3.3.1 Distorsión lineal y no lineal de señales moduladas linealmente.
    - 3.3.2 Receptores. Relación Señal a Ruido. Efecto umbral.
  - 3.4. Modulaciones angulares
    - 3.4.1 Concepto de modulación angular. Concepto de Modulación de Frecuencia (FM) y Modulación de Fase (PM)
    - 3.4.2 FM: Ancho de banda de transmisión; Regla de Carson. Modulación de banda ancha y estrecha. Generación y demodulación de señales moduladas en FM.
    - 3.4.3. Distorsión lineal y no lineal de señales moduladas angularmente.
    - 3.4.4. Receptores angulares. Ruido y RSR. Efecto umbral.
- Duración: 8 horas de teoría, 5 horas de problemas

### Tema IV: Conversión analógica - digital de señales

- 4.1 Fuentes de información analógica y fuentes de información digital.
  - 4.2 Muestreo de señales analógicas. Cuantificación uniforme y no uniforme de señales
  - 4.3 Concepto de Codificación. Modulación de Impulsos Codificados
  - 4.4 Multiplexación por División en el Tiempo.
- Duración: 3 horas de teoría, 2 horas de problemas.

### Tema V: Transmisión digital en banda base

- 5.1 Modelo de sistema de comunicación digital en banda base.
  - 5.2 Mensaje, caracteres y símbolos.
  - 5.3 Velocidad de transmisión y régimen binario. Capacidad del canal.
  - 5.4 Codificación de línea. Densidad Espectral de Potencia de los códigos de línea. Ancho de banda de algunos códigos
  - 5.5 Interferencia entre símbolos. Primer criterio de Nyquist. Filtros en coseno alzado.
  - 5.6 Regenerador de datos. Diagrama de ojos.
  - 5.7 Detección de señales binarias en presencia de ruido blanco.
  - 5.8 Diseño de receptores óptimos. Probabilidad de error de señales binarias.
- Duración: 6 horas de teoría, 3 horas de problemas.

### Tema VI: Transmisión Digital Paso Banda

- 6.1 Modelo de sistema de comunicación digital paso banda.
- 6.2 Modulaciones de amplitud, fase y frecuencia, sistemas mixtos. Constelaciones.
- 6.3 Receptores digitales paso banda. Receptores coherentes y no coherentes con y sin ruido. Probabilidad de error.

6.4 Eficiencia espectral.

Duración: 5 horas de teoría, 3 de problemas.

Tema VII: Codificación, introducción a las técnicas de control de errores

7.1 Introducción a las técnicas de control de errores.

7.2 Tipos de control de errores (ARQ y FEC).

7.3 Técnicas ARQ.

7.4 Técnicas FEC. Códigos de bloques y códigos convolucionales. Modulación Trellis.

Duración: 3 horas de teoría y 1 de problemas

## Conocimientos Previos a Valorar

Se entiende que el alumno debe haber cursado las asignaturas de Teoría de la Señal, Análisis de Redes y Estadística

## Objetivos

Los objetivos específicos para esta asignatura podrían resumirse como dar a los alumnos un conocimiento básico sobre estos conceptos:

- Modelo de sistema de telecomunicación analógico y digital.
- Transmisión por canales paso bajo. Efecto del canal: ruido y distorsión.
- Compartición de canales mediante multiplexación por división en frecuencia. Señal paso banda. Modulación.
- Transmisión analógica por canales paso banda. Modulaciones de amplitud y angulares.
- Conversión de señales analógicas a digitales. Muestreo, cuantificación y codificación.
- Compartición del canal mediante multiplexación por división en el tiempo.
- Codificación de fuente y de canal. Transmisión digital en banda base.
- Receptores digitales. Introducción a la teoría de la decisión.
- Modulaciones digitales paso banda. Modulaciones de amplitud, fase y frecuencia.

## Metodología de la Asignatura

Docencia teórica en clase, con material audiovisual y abundantes ejemplos prácticos. Como apoyo a las clases de teoría, se facilitarán a los alumnos unos apuntes mecanografiados de la asignatura, así como una colección de problemas resueltos, con el fin de facilitar el seguimiento de la materia. Se aconseja al alumno el disponer de estas copias al asistir a clase para un mejor aprovechamiento de las mismas.

Para las prácticas de laboratorio se dispone de puestos de trabajo equipados con instrumentación básica (osciloscopio, generador de señal, fuente de alimentación) así como módulos de entrenamiento de modulaciones analógicas y digitales. Para una correcta realización y comprensión de las prácticas se considera fundamental el haber estudiado previamente los conceptos teóricos que se van a tratar en la práctica, y además realizar previamente una lectura cuidadosa del enunciado de la misma. No es preciso entregar memorias de las prácticas realizadas.

La asistencia a prácticas es obligatoria, requiriéndose una asistencia de al menos el 80% de las clases prácticas.

## Evaluación

Actividades que liberan materia: Las practicas corresponden a un 25% de la nota final, evaluadas mediante examen escrito conjunto con el de teoría. Podrán liberarse de acuerdo con los criterios desglosados en la sección “otras consideraciones” de este mismo apartado.

Actividades que no liberan materia pero puntúan: Ninguna

Otras consideraciones:

La evaluación de la asignatura se realizará mediante un examen a realizar en las convocatorias oficiales. El examen será único y constará de una parte relacionada con los conocimientos teóricos explicados y problemas realizados en clase con un valor de 7,5 puntos y otra parte con cuestiones relativas a la realización de las prácticas de laboratorio con un valor de 2,5 puntos. Durante la realización de los exámenes no se podrán utilizar ni libros ni apuntes.

Para aprobar cada examen se deberá aprobar tanto la parte de teoría como de prácticas, es decir obtener 3,75 puntos o más en teoría y 1,25 puntos o más en prácticas. Se considerará que un alumno ha aprobado las prácticas si obtiene al menos 1,25 puntos en la parte de prácticas de alguno de los exámenes. Este aprobado en prácticas se mantendrá para cada uno de los exámenes del curso académico. No se guardarán partes aprobadas de teoría. Si en un examen no se aprueba la parte de teoría o de prácticas, la calificación máxima que se podrá lograr será de 4,5 puntos.

Todos los alumnos a los que se les entregue el enunciado de un examen de convocatoria, figurarán como “presentados” en el acta de esa convocatoria.

## Descripción de las Prácticas

Se realizarán en el laboratorio de Transmisión de la información (1º planta del Pabellón B de Telecomunicación) conforme a la siguiente temporalización

Se han articulado 16 horas de prácticas en laboratorio y 14 de problemas en el aula (por motivo de la organización docente, no resulta posible impartir 15 y 15 horas)

Tema III: Transmisión de señales analógicas .

Práctica 1: Instrumentación y medidas básicas (2 horas)

Práctica 2: AM y receptor superheterodino (4 horas)

Práctica 3: FM y Multiplexación por División en Frecuencia (2 horas)

Tras una introducción al uso del laboratorio, la primera práctica que se propone acorde con este tema es Modulación de Amplitud. Ésta se lleva a cabo en dos sesiones de dos horas. En la misma se estudia un modulador real, ajustando y midiendo el índice de modulación de la señal generada y la respuesta en frecuencia del modulador para diferentes formas de onda. Se estudian los distintos tipos de receptor, tanto coherente como no coherente. Por último se estudia el receptor superheterodino, primero cada etapa por separado y después se conectan todos los bloques para comprobar el funcionamiento del receptor. Todo esto se hace mediante equipos de laboratorio configurables por el alumno.

La práctica de Modulación en Frecuencia se realiza en una sesión de dos horas. En la misma se dispone de un modulador real (Oscilador Controlado por Tensión), de discriminadores de frecuencia y de un limitador paso banda. En esta práctica se realiza la modulación en FM de señales moduladoras de distintas frecuencias y formas de onda. Se visualizan las señales obtenidas en el osciloscopio y se estiman a partir de ellas la frecuencia de portadora y la desviación de frecuencia. También se miden las frecuencias máxima y mínima por el método de baja frecuencia.

Asimismo, se demodula con un detector de relación y un detector de producto. Se comprueba, además, el efecto de la etapa limitadora en la señal de FM y su conveniencia en la demodulación cuando la señal modulada presenta modulación parásita en amplitud.

Tema IV: Conversión analógica - digital de señales.

Práctica 4: Conversión A/D (2 horas)

La práctica de Muestreo en el laboratorio se realiza en una sesión de dos horas. Se pretende que el alumno muestree algunas señales sencillas (tonos principalmente) mediante trenes de pulsos con frecuencia y ciclo de trabajo variable y que reconstruya las señales mediante un filtro recuperador adecuado. En esta práctica también se comprueba el aliasing o solapamiento. Por último, con la ayuda de un filtro paso banda sintonizable, se extrae la señal de Doble Banda Lateral existente a la frecuencia de muestreo.

Tema VI: Transmisión digital paso banda.

Modulación PSK 4 horas

Modulación QAM (simulación): 2 horas

Se propone una práctica de PSK en el laboratorio, que tiene una duración de 4 horas. Para esta práctica se cuenta con módulos específicos que permiten generar esta modulación. Se estudian los circuitos correspondientes al modulador de PSK, observándose las formas de onda. A continuación, se estudia el funcionamiento del recuperador de portadora. Posteriormente, se realiza la detección síncrona de la señal, se regenera y se realizan mediciones del jitter y de la cantidad de errores para diferentes niveles de ruido. También se visualiza el diagrama de ojos de la señal demodulada. Posteriormente se analiza el comportamiento del sistema para una modulación DPSK.

Además, se realiza una práctica de QAM con la ayuda de un simulador, para la cual no es necesario que el alumno realice ningún tipo de programación. En ella se le presenta al usuario un sistema digital completo, en el cual puede variar una serie de parámetros y observar los efectos que se producen en las distintas señales. Se realiza en una sesión de dos horas.

## Bibliografía

---

### [1] Signals and systems /

*Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky with Ian T. Young.*  
*Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J. : (1983)*  
*0138111758*

---

### [2] DIGITAL COMMUNICATIONS

*BERNARD SKLAR*  
*PRENTICE-HALL - (2001)*  
*0-13-084788-7*

---

### [3] Communication systems engineering /

*John G. Proakis, Masoud Salehi.*  
*Prentice Hall,, Upper Saddle River, N.J. : (2002) - (2nd ed.)*  
*0130617938*

---

### [4] An introduction to analog and digital communications /

*Simon Haykin.*  
*John Wiley & Sons,, New York : (1989)*  
*0471859788*

## Equipo Docente

### **RAFAEL PÉREZ JIMÉNEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928459972 **Correo Electrónico:** rafael.perez@ulpgc.es

### **JOSÉ RAMÓN VELÁZQUEZ MONZÓN**

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928451278 **Correo Electrónico:** joseamon.velazquez@ulpgc.es

### **SOFÍA ISABEL MARTÍN GONZÁLEZ**

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457345 **Correo Electrónico:** sofia.martin@ulpgc.es

### **ANTONIO GABRIEL RAVELO GARCÍA**

**Categoría:** PROF. ASOCIADO LAB. TP 85% ATC

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** **Correo Electrónico:** antonio.ravelo@ulpgc.es