

**Teoría de la Comunicación**

Código: 102696  
Créditos ECTS: 9

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500898 Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación	OB	3	2

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

### Contacto

Nombre: Gonzalo Seco Granados  
Correo electrónico: Gonzalo.Seco@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

### Equipo docente

José A. López Salcedo  
Rafael Terris Gallego

### Prerequisitos

Esta asignatura se puede considerar que es la continuación la asignatura 102714 Fundamentos de Comunicaciones, por lo tanto, se recomienda haber cursado y superado 102714 Fundamentos de Comunicaciones.

También es conveniente tener un buen conocimiento de 102690 Fundamentos de Señales y Sistemas, y 102712 Señales y Sistemas Discretos.

### Objetivos y contextualización

Un sistema de comunicaciones en general consta de los siguientes bloques: fuente, codificador de fuente, codificador de canal, modulador, canal, demodulador, decodificador de canal, decodificador de fuente y destinatario. En el curso de Fundamentos de Comunicaciones se ha puesto la emfâsis en el estudio del modulador, canal y demodulador. En este curso, en primer lugar se recordarán y se verán algunos aspectos nuevos de la parte de modulación y demodulación, pero sobre todo se estudiará en profundidad el resto de bloques del sistema, poniendo especial atención en la caracterización de las fuentes a nivel de teoría de la información, la compresión mediante códigos de fuente y la corrección de errores introducidos por el canal mediante la codificación de canal.

Los objetivos específicos son:

- Consolidar los conocimientos sobre modulaciones y demodulaciones, y describir algunas técnicas más avances que las vistas a los cursos anteriores.
- Dimensionar los sistemas de comunicaciones desde el punto de vista de probabilidad de error (codificación).

- Analizar el flujo de información a lo largo del sistema de comunicaciones usando los conceptos de teoría de la información.
- Conocer los límites fundamentales dados por la teoría de la información.
- Codificar fuentes para reducir la redundancia.
- Conocer los principales métodos de codificación de canal y sus principios de funcionamiento.

## Competencias

- Actitud personal
- Aplicar técnicas de procesamiento de señal determinístico y estocástico en el diseño de subsistemas de comunicaciones y en el análisis de datos.
- Aprender nuevos métodos y tecnologías en base a sus conocimientos básicos y tecnológicos, con gran versatilidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Comunicación
- Diseñar y dimensionar sistemas de comunicaciones multiusuario utilizando los principios de la teoría de la comunicación bajo las restricciones impuestas por las especificaciones y la necesidad de proveer de calidad de servicio.
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, que tengan por objeto, según la especialidad, la concepción, el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica
- Resolver problemas con iniciativa y creatividad. Tomar decisiones. Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.
- Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe, y comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- Trabajo en equipo

## Resultados de aprendizaje

1. Asociar de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación, con especial énfasis en la transmisión de datos.
2. Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
3. Clasificar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista de la compresión de fuentes digitales, la codificación de canal y los mecanismos de seguridad.
4. Combinar diferentes alternativas tecnológicas con el fin de proponer sistemas de transmisión de datos optimizados para las características del escenario de aplicación.
5. Comprender e ilustrar los principales métodos de codificación de canal y sus principios de funcionamiento.
6. Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
7. Desarrollar el pensamiento científico.
8. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
9. Desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis.
10. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
11. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico.
12. Describir, desarrollar, analizar y optimizar los diferentes bloques de un sistema de transmisión de datos.
13. Diferenciar los bloques y las funcionalidades de un sistema de transmisión de datos completo.
14. Diferenciar y clasificar los principales algoritmos de codificación y compresión de fuente.
15. Discutir y aplicar sistemas de criptografía orientados a la mejora de la seguridad de un sistema de comunicación.

16. Distinguir los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones completo orientado a la transmisión de datos
17. Evaluar de forma crítica el trabajo realizado.
18. Gestionar el tiempo y los recursos disponibles
19. Hacer un uso eficiente de las TIC en la comunicación y transmisión de ideas y resultados.
20. Identificar los requisitos mínimos para una comunicación de datos digitales fiable y segura.
21. Interpretar los límites fundamentales dados por la teoría de la información.
22. Juzgar y criticar tanto de forma oral como escrita diferentes conceptos, métodos y técnicas de transmisión de datos digitales de forma fiable y segura.
23. Planear el proceso de diseño en equipo de sistemas de comunicaciones digitales con énfasis en las tareas de compresión de fuente, de codificación de datos y de transmisión segura de mensajes.
24. Prevenir y solucionar problemas
25. Reconocer las diferentes técnicas de acceso multiusuario y seleccionar las soluciones más adecuadas según el escenario de comunicaciones.
26. Trabajar cooperativamente.
27. Trabajar de forma autónoma.
28. Trabajar de forma organizada.
29. Utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el diseño de sistemas de transmisión de datos y facilitar su posterior transferencia tecnológica.
30. Utilizar los conceptos de sistemas de compresión de fuente de codificación de datos y de transmisión segura de mensajes digitales en sistemas mono y multiusuario.

## Contenido

### 1. Definiciones y propiedades básicas a teoría de la información

- Introducción a los sistemas de transmisión de datos
- Detección y necesidad de las codificaciones de fuente y de canal.
- Entropía, entropía relativa, información mutua.
- Desigualdad de procesamiento de datos. Desigualdad de Fano.
- Propiedad de equipartición asintótica.

### 2. Codificación de fuente i compresión de datos

- Tipo de códigos de fuente y propiedades.
- Teorema de codificación de fuente (1er teorema de Shannon).
- Codificación de Huffman.
- Codificación de Shannon-Fano-Elias.
- Codificación de Lemple-Ziv.

### 3. Capacidad de canal

- Tipo y caracterización del canal. Capacidad de canal.
- Teorema de codificación de canal (2do teorema de Shannon).
- Entropía diferencial.
- Capacidad del canal gaussiano.

### 4. Códigos de bloque

- Propiedades de los códigos bloque. Códigos sistemáticos.
- Matrices generadoras y de paridad.
- Ejemplos de códigos bloque. Códigos de Hamming, BCH, Reed-Solomon y LDPC.
- Decodificación y probabilidad de error.
- Códigos cíclicos.

### 5. Códigos convolucionales

- Propiedades de los códigos convolucionales.

- Representación y descripción. Diagrama de estados y trellis.
- Tipos de códigos. Códigos sistemáticos. Códigos recursivos.
- Probabilidad de error y prestaciones. Distancia libre. BER.
- Decodificación óptima (MLSE). Algoritmo de Viterbi.

## Metodología

### Actividades presenciales

- Clases de teoría: exposición de los contenidos teóricos
- Clases de problemas: resolución de problemas relacionados con la teoría, con participación de los propios alumnos.
- Prácticas de laboratorio: aplicación de las técnicas presentadas a las clases de teoría a diferentes sistemas reales y puesta en práctica con diferentes softwares de simulación.
- Exámenes parciales y de recuperación.

### Actividades autónomas

- Estudio de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Resolución de los problemas y elaboración de entregas de algunos conjuntos de problemas. Preparación de los exámenes.
- Trabajos prácticos: realización y profundización de las prácticas de laboratorio. Preparación de la memoria de cada práctica.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	15	0,6	1, 17, 3, 4, 5, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 26, 27, 28, 29, 30
Clases de teoría	39	1,56	1, 3, 4, 5, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 25, 29, 30
Prácticas de laboratorio	15	0,6	1, 17, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 26, 27, 28, 29, 30
Tipo: Supervisadas			
Tutorías	6	0,24	1, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 2, 27, 29, 30
Tipo: Autónomas			
Trabajo individual del alumno	143	5,72	1, 17, 3, 4, 5, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 27, 28, 29, 30

## Evaluación

### Principios de la evaluación

La evaluación se estructura de forma que los estudiantes pueden elegir un formato de evaluación continuada o un formato donde la mayor parte del peso de la evaluación se concentra al final del curso (que también puede servir como mecanismo de recuperación para la evaluación continuada). Esto permite que el alumno adapte el ritmo de realización de los elementos evaluativos a sus necesidades y preferencias.

### Elementos evaluativos

Habr  los siguientes elementos evaluativos:

- Prácticas
- Examen Parcial 1
- Examen Parcial 2
- Participación activa a las sesiones de problemas y/o entrega de ejercicios
- Examen de Recuperación

Las Prácticas son una actividad no recuperable.

El Examen Parcial 1 (ExP1) se realizará aproximadamente en mitad del curso. No libera materia por qué los contingents de este curso son acumulativos; es decir, se tienen que dominar los primeros temas para poder seguir los últimos.

El Examen Parcial 2 (ExP2) se realizará aproximadamente a la última semana de las actividades presenciales (clases teóricas).

El Examen de Recuperación (ExR) se realizará una vez finalizadas las actividades presenciales, durante el periodo de tiempo específicamente dedicado a exámenes.

C culo de la nota final

- Nota de Evaluación Continua (AC):  $AC = \max\{0.5 \cdot ExP1 + 0.5 \cdot ExP2; ExP2\}$

- Nota global de los Exámenes (NE):

- Si no se ha hecho la evaluación continua o  $AC < 4.5$ , entonces  $NE = \max\{ExR, AC\}$ .

- Si  $AC \geq 4.5$  y se hace el examen de recuperación, entonces  $NE = ExR$ .

- Para aprobar es condición necesaria que  $NE \geq 4.5$  y que Nota Prácticas (NP)  $\geq 4.5$ . Se tiene que observar que si  $AC \geq 4.5$ , no hay que presentarse al examen de recuperación.

- La Nota de Seguimiento (NS) del curso dependerá de la participación activa a las sesiones de problemas y/o de la entrega de los ejercicios que se pidan durante el curso. Tendr  un peso del 10% si ayuda a subir la nota final.

- La Nota Final (NF) de la asignatura es:

- Si  $NE < 4.5$ ,  $NF = NE$ .

- Si  $NE \geq 4.5$  y  $NP < 4.5$ , entonces  $NF = \min\{4.5, 0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP\}$ .

- Si  $NE \geq 4.5$  y  $NP \geq 4.5$ ,  $NF = \max\{0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP, 0.9 \cdot (0.8 \cdot NE + 0.2 \cdot NP) + 0.1 \cdot NS\}$

- Para aprobar es necesario que  $NF \geq 5$ .

Las prácticas se evaluarán en función de los informes que se tendrán que entregar al inicio y/o final de las sesiones de prácticas, del trabajo durante a las sesiones y de posibles pruebas adicionales que se realicen durante las sesiones o como parte de los exámenes. No es necesario aprobar cada práctica individualmente. La asistencia a todas las prácticas de laboratorio es obligatoria.

Alumnos repetidores

Se puede conservar la nota de prácticas de años anteriores. Es la opción que se considera por defecto si no

se vuelven a hacer las prácticas.

#### Matrículas de Honor

Otorgar una calificación de matrícula de honor es decisión del profesorado responsable de la asignatura. Se otorgarán matrículas de honor sólo a estudiantes que hayan mostrado un gran nivel de excelencia en la asignatura, y no por defecto a los que hayan sacado las notas más altas. La normativa de la UAB indica que las MH sólo se podrán conceder a estudiantes que hayan obtenido una calificación final igual o superior a 9.00. Se puede otorgar hasta un 5% de MH del total de estudiantes matriculados.

#### Consideración de "No Evaluable"

La nota final será "No Evaluable" sólo cuando el estudiante no se presente a ningún examen, ni los de la evaluación continuada ni el de recuperación.

#### Consideración en caso de copia o plagio

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, se calificarán con un cero las pruebas o informes donde el estudiante haya cometido las irregularidades (e.g. plagio, engaño, copia, el hecho de dejar copiar, etc.) que podrían conducir a una variación de la calificación.

#### Comunicación

El Campus Virtual será la plataforma de comunicación con los/las estudiantes.

### Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen de recuperación	50%	3	0,12	1, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 27, 30
Examen parcial 1	25%	2	0,08	1, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 27, 30
Examen parcial 2	25%	2	0,08	1, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 27, 30
Participación en las sesiones de problemas	Hasta un 10%, si ayuda a subir la nota.	0	0	1, 17, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 28, 29, 30
Trabajo en las sesiones de prácticas y elaboración de los informes	20%	0	0	1, 17, 3, 4, 5, 6, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 2, 26, 27, 28, 29, 30

### Bibliografía

#### Básica

- Cover, T. M.; Thomas, J. A. Elements of Information Theory. Wiley, 2nd edition, 2006.
- Proakis, J.; Salehi, M.; Digital Communications. McGraw-Hill, 5th edition, 2008.

#### Complementaria

- Artés Rodríguez, A.; Pérez González, F.; Cid Suero, J.; López Valcarce, R.; Mosquera Nartallo, C.; Pérez Cruz, F.; Comunicaciones Digitales, [http://www.tsc.uc3m.es/~antonio/libro\\_comunicaciones/El\\_libro\\_files/comdig\\_artes\\_perez2.pdf](http://www.tsc.uc3m.es/~antonio/libro_comunicaciones/El_libro_files/comdig_artes_perez2.pdf)
- Ha, T. T., Theory and Design of Digital Communication Systems. Cambridge University Press, 2011.
- Glover, I. A.; Grant, P. M., Digital Communications. Prentice Hall, 3rd edition, 2010.

#### Avanzada

- Proakis, J.; Salehi, M.; Communications Systems Engineering, Prentice-Hall, 2nd edition, 2001.
- Du, K.-L.; Swamy, M. N., Wireless Communication Systems. From RF Subsystems to 4G Enabling Technologies. Cambridge University Press, 2010.
- Madhow, U., Fundamentals of Digital Communication. Cambridge University Press, 2008.
- Lin, S.; Costello, D. J., *Error Control Coding*. Prentice-Hall, 2nd Edition, 2004.
- Gallager, R. G., *Principles of Digital Communication*. Cambridge University Press, 2008.
- Moon, T. K., *Error Correction Coding: Mathematical Methods and Algorithms*. Wiley-Interscience, 2005.
- Roman, S., *Introduction to Coding and Information Theory*. Springer, 1996
- Abramson, N., *Information Theory and Coding*. McGraw-Hill, 1963.
- Blahut, R., *Algebraic Codes for Data Transmission*. Cambridge University Press, 2003.
- Hamming, R. W., *Coding and Information Theory*. Prentice-Hall, 1980.
- Gitlin, R.D.; Hayes, J.F.; Weinstein, S.B. Data communications principles. Plenum Press, 1992.
- Adamec, J., *Foundations of Coding: Theory and Applications of Error-Correcting Codes with an Introduction to Cryptography and Information Theory*. Wiley-Interscience, 1991.
- Sklar, B.; *Digital Communications: Fundamentals and Applications*, Prentice Hall, 2nd edition, 2001.
- Goldsmith, A.; *Wireless Communications*, Cambridge University Press, 2005.
- Molisch, A. F.; *Wireless Communications*, Wiley, 2nd edition, 2011.