



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Comunicaciones Digitales

**Máster en Ingeniería de Telecomunicación**

**Universidad de Alcalá**

**Curso Académico 2019/2020**

**Complementos de Formación  
1<sup>er</sup> Curso – 1<sup>er</sup> Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Comunicaciones Digitales</b>
Código:	<b>201847</b>
Titulaciones:	<b>Máster en Ingeniería de Telecomunicación</b>
Departamento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b>
Área de Conocimiento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b>
Carácter:	<b>Complementos de Formación</b>
Créditos ECTS:	<b>5</b>
Cuatrimestre:	<b>1º</b>
Profesorado:	Consúltese al departamento. Consúltese página Web.
Horario de tutorías:	<b>Las indicará el profesor.</b>
Idioma en el que se imparte:	Español

### 1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Comunicaciones Digitales pretende proporcionar al alumno que ha cursado ingeniería técnica, una base sólida sobre la que pueda cimentar sus futuros conocimientos de los sistemas de comunicaciones digitales, a fin de que pueda cursar con total éxito, el máster. Para ello, tras presentar el funcionamiento de los sistemas de comunicación digital, las técnicas de transmisión digital banda base y las modulaciones digitales, se motivan y estudian los conceptos esenciales de la Teoría de la Información en lo referente a los límites de los sistemas de comunicación digital. A partir de estos conceptos y herramientas, el alumno estará en condiciones de comprender algunas de las técnicas de codificación de canal más estandarizadas y utilizadas en la actualidad. La asignatura se completará estudiando las técnicas de acceso al medio, incluidas las de espectro ensanchado, de gran utilización en las comunicaciones prácticas de hoy en día.

Esta asignatura resultará esencial para facilitar la comprensión de las asignaturas que se impartirán posteriormente, y que están íntimamente relacionadas con las comunicaciones digitales. Asimismo, la asignatura es necesaria para cualquier ingeniero del ámbito de las telecomunicaciones que trabaje en cualquier rama de las comunicaciones en el sentido de que le proporciona una base sólida que le permite comprender mejor las futuras innovaciones y actualizaciones de los sistemas de telecomunicación.

## 1b. SUMMARY

The subject of Digital Communications intends to study the fundamentals of modern digital communication systems. This subject is essential in order to understand the subjects that will be taken in the master, and that are closely related with the communications field. Moreover, this subject is an asset for any engineer working in the telecommunications sector, since it provides the necessary basis to better understand the present and future innovations in communication systems.

The subject let the student learn about the baseband data transmission and the digital band-pass modulation techniques. Then, the essential concepts about Information Theory are motivated and explained, since they provide the conceptual framework, along with the performance limits, for said systems. These concepts and tools provide the grounds to understand the most usual channel coding techniques. The subject and its related concepts are completed with the study of the medium access techniques.

## 2. COMPETENCIAS

### 1. Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las competencias básicas, generales y transversales CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1-5, CT1-5 definidas en el apartado 3 del plan de estudios.

### 2. Resultados del Aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

- **RA1.** El alumno puede manejar el software Matlab (u otro de similares características, seleccionado por el profesor para la realización de las prácticas de laboratorio) con el fin de realizar simulaciones informáticas de comunicaciones de desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación. Del mismo modo, el alumno puede realizar/interpretar los datos y resultados obtenidos.
- **RA2.** El alumno es capaz de recopilar y sintetizar información relacionada con las telecomunicaciones obtenidas a través de herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- **RA3.** El alumno puede describir los conceptos y las técnicas básicas de las comunicaciones digitales para saber interpretar los procesos de modulación, ruido y demodulación digital.
- **RA4.** El alumno identifica las principales técnicas de modulación digital usadas actualmente en los sistemas de comunicación.
- **RA5.** El alumno puede describir los conceptos y las técnicas básicas de la teoría de la información: conceptos de cantidad de información, entropía y capacidad del canal.

- **RA6.** El alumno identifica las principales técnicas de codificación de canal y sus aplicaciones.
- **RA7.** El alumno puede explicar las principales técnicas de acceso al medio en sistemas de comunicación digitales.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
<p><b>Tema 1. Introducción</b>            Modelo de sistema de comunicación digital. Criterios de diseño y rendimiento de sistemas. Transmisión de impulsos en banda base. Modulaciones PAM. Densidad espectral de potencia para códigos de línea. Interferencia entre símbolos (ISI). Condiciones de ISI nula en tiempo y en frecuencia. Resolución de problemas. Modulaciones PSK, FSK, MSK, ASK y QAM. Probabilidades de error en cada una de ellas. Densidad espectral de Potencia en señales paso banda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 2. Teoría de la Información</b>            Información, incertidumbre y entropía. Fuente Discreta sin memoria y entropía. Fuente extendida. Teorema de codificación de fuente. Entropía conjunta y condicional, entropía relativa e información mutua. Entropía diferencial e información mutua para vv.aa. continuas. Adaptación del teorema de la codificación al canal gaussiano. Resolución de ejercicios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 3. Codificación de canal</b>            Fundamentos de codificación de canal (tipos de código, distancia Hamming). Códigos de bloque. Resolución de problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 4. Técnicas de acceso al medio</b>            Motivación y relación con el resto de la asignatura. SDMA. FDMA. TDMA. OFDMA. CDMA. Resolución problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 horas</li> </ul>

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS.

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	24 horas en grupo grande. 24 horas grupo pequeño (resolución de problemas, trabajos de la asignatura y prácticas en laboratorio). 2 horas de examen.
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	75 horas, que incluyen entre otros el estudio de los conceptos teóricos, la realización de ejercicios de evaluación, el análisis y resolución de problemas, la realización del trabajo de la asignatura y la preparación de prácticas y tutorías.
Total horas:	125

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Las actividades formativas que se van utilizar para desarrollar el proceso docente van a ser las siguientes:

1. Clase teórica.
2. Clase de resolución de problemas.
3. Clase práctica de laboratorio con equipos didácticos o simulaciones mediante PC. Se formarán para ello grupos reducidos de alumnos.
4. Tutorías individuales y grupales.

**Las clases teóricas (3 ECTS)** serán lecciones magistrales mediante la utilización de medios como son la pizarra o presentaciones con vídeo o diapositivas para seleccionar los conceptos esenciales. Estas clases teóricas se verán complementadas con ejemplos que clarifiquen los conceptos explicados.

En estas clases teóricas el alumno adquirirá las competencias específicas de la asignatura, con excepción de las que explícitamente involucren el trabajo práctico o de laboratorio. Es conveniente que el propio alumno aporte su trabajo personal o en

grupo para complementar los conocimientos presentados en la clase (estudio de casos particulares o indicaciones hechas por el profesor).

**Para las clases de resolución de problemas y laboratorio (1,5 ECTS)** el profesor proporcionará al alumno una colección de problemas tipo. El profesor comunicará a sus alumnos qué problemas de la colección se van a resolver en la siguiente clase con el objetivo de que el alumno intente resolverlos con anterioridad a la clase.

Para una mejor comprensión del procedimiento mental seguido al resolver los problemas podría ser conveniente que la realización de ciertos problemas en la pizarra fuera hecha por los alumnos de forma individual con la supervisión del profesor. Esto favorecerá el intercambio de opiniones críticas acerca de la forma de resolución así como de los resultados obtenidos.

Las clases prácticas en laboratorio permiten la utilización de equipos didácticos o bien la realización de simulaciones mediante ordenador. El profesor proporcionará unas guías de las prácticas para que el alumno pueda llevarlas preparadas antes de la realización de la misma. Al comenzar la sesión de laboratorio se realizará una prueba breve (individual y por escrito) para evaluar el grado de preparación previa del alumno para realizar la práctica en cuestión. La práctica en sí se realiza en grupo de forma que los alumnos podrán comparar los resultados teóricos esperados y los resultados obtenidos en la práctica y, de forma conjunta, debatir las posibles causas y llegar a un conjunto de conclusiones. Durante esta fase de la práctica se podrá contar con la supervisión del profesor.

En las **tutorías**, tanto individuales como grupales, el profesor podrá resolver dudas o poner en común temas referentes a la asignatura. Los alumnos tendrán la posibilidad de establecer una comunicación más personal que les permita plantear temas que en un grupo mayor podría ser inviable consultar o debatir.

## 5. EVALUACIÓN

La evaluación es una actividad poliédrica de la cual este apartado se limita a describir la faceta relativa a la comprobación del grado de adquisición de competencias logrado por el estudiante. Dado que la evaluación modifica inevitablemente el proceso de enseñanza-aprendizaje, la hemos concebido para que favorezca el estudio progresivo y continuado por parte del alumno. Se distinguen a continuación tres momentos de la evaluación: los procedimientos de evaluación, los criterios de evaluación y los criterios de calificación.

## **Procedimientos de evaluación.**

El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria. De acuerdo con la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes -Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011-, la evaluación se desarrollará de forma continua durante todo el semestre, salvo en los casos y condiciones especificados en la citada normativa, en los que se llevará a cabo mediante una prueba final. En la convocatoria extraordinaria, la evaluación de todos los estudiantes se obtendrá a partir de una prueba final.

La evaluación continua podrá servirse de los instrumentos siguientes:

- Pruebas parciales consistentes en la resolución de problemas de la materia desarrollada en la asignatura y de alguna cuestión relacionada con las prácticas de laboratorio. (PEIx)
- Prueba final escrita consistente en la resolución de problemas de la materia desarrollada en la asignatura y de alguna cuestión relacionada con las prácticas de laboratorio. (PEF)

## **Criterios de evaluación**

En las pruebas escritas, tanto para aquellos alumnos que opten por la evaluación continua como los que opten por una prueba final, se valora:

- CE1. El alumno es capaz de comunicar por escrito conocimientos, procedimientos y examinar/evaluar resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica (TR8 y TRU1).
- CE2. El alumno muestra capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados relacionadas con las Comunicaciones Digitales (CST2, TRU4).
- CE3. El alumno puede interpretar y modificar el código en Matlab (o correspondiente a otras herramientas software, en su caso) de los ejercicios propuestos en el laboratorio u otros similares (CST6).
- CE4. El alumno identifica correctamente los parámetros fundamentales de un sistema de Comunicaciones Digitales. Capacidad para caracterizar las modulaciones, las técnicas de acceso y los principales compromisos de un sistema de Comunicaciones Digitales (CST2, CST6).
- CE5. El alumno es capaz de aplicar los principios de las Comunicaciones Digitales para diferentes aplicaciones y en diferentes entornos (CST2, CST6).

## Instrumentos de calificación.

La calificación en la evaluación continua se determinará mediante la valoración de pruebas parciales realizadas durante el curso. Esta parte de la evaluación va a suponer el 60% de la nota final de la asignatura. Los estudiantes que no se presenten a cualquiera de estas pruebas o no las entreguen tendrán una calificación de 0 puntos correspondiente a la prueba en cuestión. La naturaleza y periodización de dichas pruebas se comunicará al comienzo de la impartición de la asignatura.

El 40% restante de la nota final del alumno se obtendrá a partir de una prueba final escrita en la que el alumno deberá mostrar unos conocimientos suficientes de toda la asignatura, incluyendo la parte de laboratorio. Aquel alumno que no se presente a la prueba final tendrá una calificación de 0 puntos correspondiente a esta prueba. Se considerará como presentado a la convocatoria ordinaria a un alumno en el momento en que se presente a la realización de pruebas que supongan más de un 20% de la calificación total de la asignatura.

Aquellos alumnos que estén acogidos al sistema de evaluación mediante prueba final, en los casos contemplados en la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes (Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011), obtendrán el 100% de la nota mediante la realización de dicha prueba final.

Los estudiantes que no superen la convocatoria ordinaria (sea evaluación continua o prueba final) tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria consistente en una prueba escrita de las mismas características que la realizada por los alumnos evaluados mediante la prueba final escrita en la convocatoria ordinaria, de la cual se obtendrá el 100% de la calificación.

En la convocatoria ordinaria mediante evaluación continua, la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1, RA2, RA3.	CE1, CE2, CE3, CE4.	PEI1	20%
RA1, RA3, RA4, RA5		PEI2	20%
RA1, RA3, RA6, RA7		PEI3	20%
RA1-RA7	CE1-CE5	PEF	40%

Aquellos alumnos que estén acogidos al sistema de evaluación final (única y exclusivamente mediante prueba final) –casos contemplados en la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes (Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011) – obtendrán el 100% de la nota mediante la realización de



una prueba final que será igual que la prueba final de los alumnos de evaluación continua.

En la convocatoria ordinaria, para los alumnos no acogidos a la evaluación continua, la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA7	CE1- CE5	PEF	100 %

Los estudiantes que no superen la convocatoria ordinaria (sea evaluación continua o prueba final) tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria consistente en una prueba escrita de las mismas características que la realizada por los alumnos evaluados mediante la prueba final escrita en la convocatoria ordinaria, de la cual se obtendrá el 100% de la calificación.

En la convocatoria extraordinaria, la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA7	CE1- CE5	PEF	100 %

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### **Bibliografía básica:**

#### **COMMUNICATION SYSTEMS**

Autor: S. Haykin.

Edita: Wiley.

#### **DIGITAL COMMUNICATIONS: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS**

Autor: B. Sklar.

Edita: Prentice Hall.

#### **COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING**

Autor: J.G. Proakis y otros.

Edita: Prentice Hall.

**ERROR CONTROL CODING**

Autor: S. Lin y D. Costello.

Edita: Prentice Hall.

**CONTEMPORARY COMMUNICATION SYSTEMS USING MATLAB**

Autor: J.G. Proakis y otros.

Edita: Thompson-Brooks/Cole.

**Bibliografía complementaria:**

**SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITALES Y ANALÓGICOS**

Autor: L. W. Couch II.

Edita: Prentice-Hall.

**ERROR CONTROL SYSTEMS FOR DIGITAL COMMUNICATION AND STORAGE**

Autor: S.B. Wicker.

Edita: Prentice-Hall.

**DIGITAL COMMUNICATIONS**

Autor: E. Lee y otros.

Edita: Kluwer Academic.