



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Comunicaciones Digitales

**Grado en**  
Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT)  
Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2019/2020**

3<sup>er</sup> Curso - 2<sup>o</sup> Cuatrimestre (GITT)

3<sup>er</sup> Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre (GIST)

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Comunicaciones Digitales</b>
Código:	<b>350025 (GITT+GIST)</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT) Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones Teoría de la Señal y Comunicaciones</b>
Carácter:	<b>Obligatoria (GITT+GIST)</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>3<sup>er</sup> Curso - 2<sup>o</sup> Cuatrimestre (GITT) 3<sup>er</sup> Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre (GIST)</b>
Profesorado:	Consultar página web del Departamento
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español/English Friendly

## 1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Comunicaciones Digitales pretende profundizar y extender el conocimiento de los sistemas de comunicación digital que el alumno adquiere en la asignatura Teoría de la Comunicación. Para ello, tras ilustrar el funcionamiento y estructura de los sistemas de comunicación digital, se motivan y estudian los conceptos esenciales de Teoría de la Información, que sirven de marco de referencia y caracterizan sus límites básicos de funcionamiento. Con estos conceptos y herramientas, se estará en condiciones de comprender las técnicas de codificación de canal más utilizadas. Se completará la asignatura y el concepto de capa física estudiando las técnicas de acceso al medio.

Esta asignatura resultará esencial (junto con Teoría de la Comunicación) para poder comprender las asignaturas que se impartirán en cursos posteriores y que están íntimamente relacionadas con las comunicaciones. Asimismo, la asignatura es enormemente conveniente para cualquier ingeniero que trabaje en el sector de las telecomunicaciones, ya que proporciona la base necesaria para comprender mejor las presentes y futuras innovaciones en los sistemas de comunicación.

Para el buen aprovechamiento y comprensión de la asignatura es imprescindible que el alumno tenga conocimientos previos de las asignaturas de Señales y Sistemas y de Teoría de la Comunicación, así como de sus prerrequisitos, adquiridos durante los dos primeros cursos.

## 1b. COURSE SUMMARY

The subject of Digital Communications intends to delve deeper in, and extend, the knowledge about communication systems acquired throughout the subject of Communication Theory. To this purpose, after having illustrated the structure of modern digital communication systems, 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.

This subject is essential (along with Communication Theory) in order to understand the subjects that will be taken in subsequent courses, 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.

To get the best from this subject, it is mandatory to have a sound background on the subjects of Signals and Systems and Communication Theory, together with their prerequisites, studied during the first and second academic years.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

**TR8** - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

**TRU1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**TRU4** - Capacidad de aprendizaje autónomo.

## Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/355/2009:

**CST2** - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

**CST6** - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

## Resultados de aprendizaje

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

**RA1.** Manejar el software Matlab (u otro de similares características que el profesorado seleccione para realizar las prácticas de laboratorio), para realizar simulaciones informáticas de comunicaciones de desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación. Del mismo modo, el alumno puede analizar/interpretar los datos y resultados obtenidos. Competencias TR8, TRU1, TRU4 y CST6.

**RA2.** Recopilar y sintetizar información relacionada con las telecomunicaciones obtenidas a través de herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos. Competencia TRU4.

**RA3.** Describir los conceptos y las técnicas básicas de la teoría de la información: conceptos de cantidad de información, entropía y capacidad de canal. Competencias CST2, CST6.

**RA4.** Identificar las principales técnicas de codificación de canal y sus aplicaciones. Competencias CST2, CST6.

**RA5.** Explicar las principales técnicas de acceso al medio en sistemas de comunicaciones digitales. Competencias CST2, CST6.

## 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
<b>Tema 1. Introducción</b> Modelo de sistema de comunicación digital. Criterios de diseño y rendimiento.	2 horas
<b>Tema 2. Teoría de la Información</b> Información, incertidumbre y entropía. Fuente Discreta sin memoria. Fuente extendida. Teorema de codificación de fuente. Entropía conjunta y condicional, entropía relativa e información mutua. Teorema de codificación de canal. Entropía diferencial e información mutua para vv.aa. continuas. Capacidad absoluta: teorema de Shannon-Hartley. Resolución de problemas	16 horas
<b>Tema 3. Codificación de canal</b> Fundamentos de codificación de canal (tipos de código, distancia Hamming). Códigos de bloque. Códigos convolucionales. Códigos LDPC. Códigos iterativos (turbo-códigos). Resolución de problemas.	20 horas
<b>Tema 4. Técnicas de acceso al medio</b> Capa física y acceso al medio. FDMA. TDMA. SDMA. CDMA. OFDMA. Resolución problemas	18 horas.

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos

Número de horas presenciales:	28 horas en grupo grande 28 horas en grupo pequeño 2 horas de examen
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92
Total horas	150

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

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

<b>Clases teóricas (3 ECTS)</b>	<p>Serán lecciones magistrales mediante la utilización de medios como son la pizarra o presentaciones. Estas clases teóricas se verán complementadas con ejemplos que clarifiquen los conceptos explicados.</p> <p>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 propio trabajo personal o en grupo para complementar los conocimientos presentados en la clase (estudio de casos particulares o indicaciones hechas por el profesor).</p>
<b>Clases de resolución de problemas (1,5 ECTS)</b>	<p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Clases prácticas en laboratorio (1,5 ECTS)</b>	<p>Mediante 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. 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.</p>

### Tutorías

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: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

### 5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizajes (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

En la convocatoria extraordinaria, la evaluación de todos los estudiantes se obtendrá a partir de una prueba final.

### 5.2. EVALUACIÓN

#### 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 EVALUACIÓN

La evaluación continua se servirá 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)

La calificación en la evaluación continua se determinará mediante la valoración de dos 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 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, 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.

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

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

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR8, TRU1, TRU4, CST6, CST2	RA1, RA2, RA3.	CE1, CE3, CE4	PEI1	30%
	RA1, RA3, RA4, RA5		PEI2	30%
	RA1-RA5	CE1-CE5	PEF	40%

Aquellos alumnos que estén acogidos al sistema de evaluación final 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:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR8, TRU1, TRU4, CST2 y CST6	RA1-RA5	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.

### Convocatoria extraordinaria

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

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR8, TRU1, TRU4, CST2 y CST6	RA1-RA5	CE1- CE5	PEF	100%

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. 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

#### ESSENTIALS OF ERROR-CONTROL CODING

Autor: J. Castiñeira y P. Guy  
Edita: Wiley



## 6.2. 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



Universidad  
de Alcalá

# TEACHING GUIDE

## Digital Communications

**Degree in**  
**Telecommunication Technologies Engineering (GITT)**  
**Telecommunication Systems Engineering (GIST)**

**Universidad de Alcalá**

---

**Academic Year 2019/2020**

3<sup>rd</sup> Year - 2<sup>nd</sup> Semester (GITT)

3<sup>rd</sup> Year - 1<sup>st</sup> Semester (GIST)

# TEACHING GUIDE

Course Name:	<b>Digital Communications</b>
Code:	<b>350025 (GITT+GIST)</b>
Degree in:	Telecommunication Technologies Engineering (GITT) Telecommunication Systems Engineering (GIST)
Department and area:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones Signal Theory and Communications</b>
Type:	<b>Compulsory (GITT+GIST)</b>
ECTS Credits:	<b>6</b>
Year and semester:	<b>3<sup>rd</sup> Year - 2<sup>nd</sup> Semester (GITT) 3<sup>rd</sup> Year - 1<sup>st</sup> Semester (GIST)</b>
Teachers:	Check Department webpage
Tutoring schedule:	Check subject website
Language:	Spanish/English friendly

## 1. COURSE SUMMARY

The subject of Digital Communications intends to delve deeper in, and extend, the knowledge about communication systems acquired throughout the subject of Communication Theory. To this purpose, after having illustrated the structure of modern digital communication systems, 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. This subject is essential (along with Communication Theory) in order to understand the subjects that will be taken in subsequent courses, 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. To get the best from this subject, it is mandatory to have a sound background on the subjects of Signals and Systems and Communication Theory, together with their prerequisites, studied during the first and second academic years.

## 2. SKILLS

### Basic, Generic and Cross Curricular Skills.

This course contributes to acquire the following generic skills, which are defined in the Section 3 of the Annex to the Law CIN/352/2009:

**en\_TR8** - Capacity of working in a multidisciplinary and multilingual team and of communicating, both in spoken and written language, knowledge, procedures, results and ideas related to telecommunications and electronics.

**en\_TRU1** - Capacity of analysis and synthesis.

**en\_TRU4** - Autonomous learning skills.

### Professional Skills

This course contributes to acquire the following professional skills, which are defined in the Section 5 of the Annex to the Law CIN/352/2009:

**en\_CST2** - Ability to apply the techniques on which telecommunication networks, services and applications are based, both in fixed and mobile environments, personal, local or at a great distance, with different bandwidths, including telephony, broadcasting, television and data, from the point of view of transmission systems.

**en\_CST6** - Ability to analyze, encode, process and transmit multimedia information using analog and digital signal processing techniques.

### Learning Outcomes

After succeeding in the learning/teaching process of this subject the students will be able to:

**RA1.** Master the Matlab software (or any other of similar characteristics that the teachers choose in order to deliver the laboratory practices), with the aim of carrying on the computer simulations about communications in the context of development and exploitation of networks, services and telecommunication services. Moreover, the student is able to analyze/interpret the results obtained. Skills TR8, TRU1, TRU4 y CST6.

**RA2.** Gather and synthesize information related with telecommunications, obtained using bibliographic search computer tools. Skill TRU4.

**RA3.** Describe the concepts and basic techniques about information theory: concepts of amount of information, entropy and channel capacity. Skills CST2, CST6.

**RA4.** Identify the main techniques for channel coding, as well as their applications. Skills CST2, CST6.

**RA5.** Explain the man techniques for medium access in digital communications. Skills CST2, CST6.

## 3. CONTENTS

Contents Blocks	Total number of hours
<b>Block 1. Introduction</b> Digital communications system model. Design and performance criteria.	2 hours
<b>Block 2. Information Theory.</b> Information, uncertainty and entropy. Memoryless discrete source. Extended source. Source coding theorem. Joint and conditional entropy, relative entropy and mutual information. Noisy channel coding theorem. Differential entropy and mutual information for continuous RRVV. Absolute capacity: Shannon-Hartley theorem. Problem solving.	16 hours
<b>Block 3. Channel coding.</b> Fundamentals of channel coding (code types, Hamming distance). Block codes. Convolutional codes. LDPC. Iterative codes (turbo codes). Problem solving.	20 hours
<b>Block 4. Medium access techniques.</b> Physical layer and medium access. FDMA. TDMA. SDMA. CDMA. OFDMA. Problem solving.	18 hours

## 4. TEACHING - LEARNING METHODOLOGIES. FORMATIVE ACTIVITIES.

### 4.1. Credits Distribution

Number of on-site hours:	58 hours (28 big group + 28 small group +2 exams hours)
Number of hours of student work:	92
Total hours	150

## 4.2. Methodological strategies, teaching materials and resources

The formative activities that will be made use of during the learning process are as follows:

### **Theoretical lessons (3 ECTS)**

They consist in magistral lessons delivered using means like the blackboard or appropriate presentations. These theoretical lessons will be complemented with examples clarifying the concepts explained. During these theoretical lessons, the student will acquire the course specific skills, excepting those explicitly involving practical or laboratory work. It is convenient that the student contributes with his/her personal or collective work in order to complement the knowledge introduced during lesson delivery (particular cases study, or hints provided by the teacher).

### **Problem solving lessons (1,5 ECTS)**

During the problem solving lessons, the teacher will provide the student with a typical problem set. The teacher will inform the students about which problems from the set will be solved during the ensuing session, so that the student may try to solve them in advance. For a better comprehension of the mental procedure followed to solve the problems, it would be convenient that the resolution in the blackboard is faced by the students themselves under the teacher's supervision, instead the opposite case, excepting for some particular situations. This would improve the interchange of critical opinions about the resolution process, as well as the final outcome.

### **Laboratory practices (1,5 ECTS)**

These practices will be made using didactic equipment or PC simulations. The teacher will provide guidelines for the practices, so that the students may prepare them in advance. Each practice will be done by organizing the students into small workgroups, so that the students may compare the expected theoretical results and the real results finally obtained, and discuss within the group about the possible justifications, finally reaching suitable conclusions. During this part of the practice the students may ask for the teacher's supervision.

### **Tutoring sessions**

In the individual or collective tutoring sessions, the teacher could solve doubts, or clarify points about the subject. The students will have the possibility to establish a more personal communication, so that they can pose questions that may not be addressed practically in a larger group.

## 5. ASSESSMENT: procedures, evaluation and grading criteria

Preferably, students will be offered a continuous assessment model that has characteristics of formative assessment in a way that serves as feedback in the teaching-learning process.

### 5.1. PROCEDURES

The evaluation must be inspired by the criteria of continuous evaluation (Regulations for the Regulation of Teaching Learning Processes, NRPEA, art 3). However, in compliance with the regulations of the University of Alcalá, an alternative process of final evaluation is made available to the student in accordance with the Regulations for the Evaluation of Apprenticeships (approved by the Governing Council on March 24, 2011 and modified in the Board of Directors). Government of May 5, 2016) as indicated in Article 10, students will have a period of fifteen days from the start of the course to request in writing to the Director of the Polytechnic School their intention to take the non-continuous evaluation model adducing the reasons that they deem convenient. The evaluation of the learning process of all students who do not apply for it or are denied it will be done, by default, according to the continuous

assessment model. The student has two calls to pass the subject, one ordinary and one extraordinary.

In the extraordinary call, the evaluation of all students will be obtained from a final test.

The Continuous evaluation may use the following tools:

- Partial tests consisting of solving problems of the subject developed in the subject and of any question related to laboratory practices. (PEIx)
- Final written test consisting of solving problems of the subject developed in the subject and any question related to laboratory practices. (PEF)

## 5.2. EVALUATION

### EVALUATION CRITERIA

The evaluation criteria measure the level in which the competences have been acquired by the student. For that purpose, the following are defined:

**CE1.** The student is able to communicate in writing knowledge, procedures and examine / evaluate results and ideas related to telecommunications and electronics (TR8 y TRU1).

**CE2.** The student shows the ability to learn independently new knowledge and appropriate techniques related to Digital Communications (CST2, TRU4).

**CE3.** The student can interpret and modify the code in Matlab (or corresponding to other software tools, if applicable) of the exercises similar to those proposed in the classroom (CST6).

**CE4.** The student correctly identifies the fundamental parameters of a Digital Communications System. The student demonstrates the ability to characterize the modulations, the access techniques and the main commitments of a Digital Communications System (CST2, CST6).

**CE5.** The student is able to apply the principles of Digital Communications in different applications and different environments (CST2, CST6).

### GRADING TOOLS

The work of the student is graded in terms of the evaluation criteria above, through the following tools:

1. Ordinary call: The student who attend grading tests over the 20% of the total grade will be considered assessed in the ordinary call.
  - a. Continuous evaluation. The grading in the continuous evaluation will be determined by the grading of two partial tests. This part will account for 60% of the final grade for the subject. Students who do not write these tests or do not submit them will have a score of 0 points corresponding to the test in question. The nature and periodization of said tests will be communicated at the beginning of the course. The 40% of the student's final grade will be obtained from a final written test in which the student must show his knowledge of the subject, including the laboratory part. Students who do not attend the final test will have a score of 0 points corresponding to this test
  - b. Final evaluation. The students included in the extraordinary call will obtain 100% of the grade through a final test (PEF).
2. Extraordinary call. Final assessment (PEF). Students who do not pass the ordinary call (either continuous assessment or final test) will be entitled to an extraordinary call consisting of a written test of the same characteristics as that performed by the students evaluated through the final written test in the ordinary call, of the which will obtain 100% of the grade.

### GRADING CRITERIA

In the ordinary call-continuous evaluation the relationship between the competences, learning outcomes, criteria and evaluation instruments is as follows.

Skills	Learning Outcomes	Evaluation criteria	Grading tool	Contribution to the final mark
TR8, TRU1, TRU4, CST6, CST2	RA1, RA2, RA3.	CE1, CE3, CE4	PEI1	30%
	RA1, RA3, RA4, RA5		PEI2	30%
	RA1-RA5	CE1-CE5	PEF	40%

The students who are included in the final evaluation system will obtain 100% of the grade by a final test that will be the same as the final test of the continuous assessment students. In the ordinary call-final evaluation, the relationship between the competences, learning outcomes, criteria and evaluation instruments is as follows.

Skill	Learning Outcomes	Evaluation criteria	Grading Tool	Contribution to the final mark
TR8, TRU1, TRU4, CST2, CST6	RA1-RA5	CE1-CE5	PEF	100%

Students who do not pass the ordinary call (either continuous assessment or final test) will be entitled to an extraordinary call consisting of a written test of the same characteristics as final test in the ordinary call, of the which will obtain 100% of the grade.

In the case of the extraordinary call, the same percentages that have been established in the case of the evaluation by means of a final exam will be maintained.

Skill	Learning Outcomes	Evaluation criteria	Grading Tool	Contribution to the final mark
TR8, TRU1, TRU4, CST2, CST6	RA1-RA5	CE1-CE5	PEF	100%

## 6. BIBLIOGRAPHY

### 6.1. Basic Bibliography

- S. Haykin; Communication Systems; Wiley; 4th. ed., 2001.
- B. Sklar; Digital Communications: Fundamentals and applications; Prentice Hall.
- J. G. Proakis et all; Communication Systems Engineering; Prentice Hall.
- S. Lin, D. Costello; Error Control Coding; Prentice Hall, 2nd. ed., 2004.
- J. G. Proakis, M. Salehi; Contemporary Communication Systems using Matlab; Thompson-Brooks/Cole, 1998.
- J. Castiñeira, P. Guy; Essentials of Error-Control Coding; Wiley, 2006.

### 6.2. Additional Bibliography

- S. B. Wicker; Error Control Systems for Digital Communication and Storage; Prentice Hall.
- E. Lee et all; Digital Communications; Kluwer Academic.