



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Sistemas de Telecomunicación

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

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2018/2019**

4º Curso - 2º Cuatrimestre (GITT)

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

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Sistemas de Telecomunicación</b>
Código:	<b>350036 (GITT)</b> <b>390003 (GIST)</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en</b> <b>Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT)</b> <b>Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b> <b>Teoría de la señal y comunicaciones</b>
Carácter:	<b>Optativa (Especialidad) (GITT)</b> <b>Obligatoria (GIST)</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>4º Curso - 2º Cuatrimestre (GITT)</b> <b>3º Curso - 2º Cuatrimestre (GIST)</b>
Profesorado:	Lucas Cuadra Rodríguez Silvia Jiménez Fernández
Horario de Tutoría:	El horario de tutorías se indicará el primer día de clase
Idioma en el que se imparte:	Español/English friendly

## 1a. PRESENTACIÓN

El objetivo esencial de la asignatura es que el alumno aprenda a analizar y diseñar diferentes sistemas de telecomunicación, entendidos éstos como el conjunto formado por el terminal (dispositivo) y las diferentes redes (acceso, agregación y troncal; móvil, fija,...). En realidad, tales divisiones (y los actores involucrados) son cada vez más complejos (y, a veces, difusos). El actual mercado de la Telecomunicación ya no está única y exclusivamente “integrado de forma vertical”. La tendencia actual es hacia un “modelo horizontal” en el cual, un cliente puede recibir un cierto contenido (por ejemplo, de televisión) generado por un proveedor de contenidos “A”, gracias a un proveedor de servicios “B”, mediante la red de un “proveedor de red C”. Esto fomenta la competencia y ésta, a su vez, la variedad de servicios y de ofertas de diferentes empresas entre las que el usuario final pueda elegir. Esta situación es posible por la confluencia de ciertos eventos de naturaleza distinta como, por ejemplo:

- La nueva regulación, que ha acabado con los monopolios (por ejemplo, Telefónica en España) y obligado a compartir su red con los operadores “entrantes”
- El éxito de la arquitectura de referencia TCP/IP, que hace posible el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones (y la aparición de nuevos actores en el mercado)
- El desarrollo de nuevos dispositivos (“smartphones”, portátiles, consolas de juegos, tabletas), todos conectados en red, y capaces de soportar los nuevos servicios y aplicaciones
- La transformación de la infraestructura de cobre de un operador dominante de telecomunicación en diferentes sistemas de banda ancha (mediante las técnicas DSL y FTTx) capaces de soportar los nuevos servicios (más variados y cada vez más intensivos en Mbps)
- El desarrollo de variados sistemas de acceso móvil en un marco de competencia
- La convergencia de los distintos enfoques de la Telecomunicación y de la Informática hacia un núcleo de red “all-IP”, y
- El futuro desarrollo de las redes NGN.

En este contexto, el objetivo de la asignatura es, como hemos motivado, que el alumno adquiera un conocimiento global (sistémico) de los sistemas de telecomunicación (análisis, diseño) desde un punto de vista técnico (fundamentalmente), económico y regulatorio. Es, precisamente, este marco global el que hace que la asignatura requiera la comprensión y el dominio de un número notable de conceptos esenciales (provenientes de varias materias de la titulación) que se combinan (de forma compleja) para permitir el análisis y diseño de un sistema de telecomunicación completo formado por el dispositivo (un portátil, una tableta, un smartphone, un teléfono convencional, por ejemplo) y la red o redes –móvil (3G, HSPA, LTE, WiMaX,...) y fija (FTTH, FTTx+xDSL, cable,...)–, sobre las que se presta un servicio (televisión, telefonía, Internet), suministrado por la propia operadora o por otra empresa (por ejemplo, otro suministrador de contenidos). Es decir, engloba e integra, a nivel sistémico, conocimientos procedentes de varias asignaturas previas. En este sentido, se recomienda que el alumno tenga conocimientos de las asignaturas Teoría de la Comunicación, Propagación de Ondas, Comunicaciones Digitales, Arquitectura de Redes o Redes de Comunicaciones.

## 1b. COURSE SUMMARY

The main objective of this subject is to show the student how to design and analyze different communication systems, considering them as the terminal device and the different networks involved (access, aggregation and core networks, cellular and fixed networks, etc.). Nowadays, these categorizations are becoming increasingly complex, as the present telecommunication market is no longer vertically integrated exclusively. Currently the market is moving towards a horizontal model, where a client may receive a content generated by the content provider A, delivered by service provider B, using network provider C. This fact promotes competitiveness, thus resulting in a better variety of services provided by different companies, and a better offer to the final clients. This situation has been favored due to the convergence of different events such as:

- New regulation putting an end to monopolies (i.e. Telefonica de España) and enacting a mandate to open their networks to other telcos at regulated wholesale prices.
- TCP/IP network architecture enabling the development of new services and applications.
- Development of new terminal devices (smartphones, tablets, laptops, game consoles, smart TVs, etc.) connected to the network and capable providing new services and applications.
- Evolution from the incumbent's copper network to different broadband access systems (DSL and FTTx) qualified to give access to new high-capacity services.
- Convergence of telecommunication networks to an all-IP core.
- New Generation Networks (NGN).

In this context, the aim of this course is to provide the student a global knowledge of the design and analysis of the telecommunication systems from a technical, economic and regulatory point of view. Precisely, this global framework requires knowledge of a wide number of important concepts (previously explained in other subjects) that are combined to understand the design and analysis of a complete telecommunication system. Thus, it is highly recommended that the student has taken before the following courses: Communication Theory, Digital Communications, Wave Propagation, Network Architecture or Communication Networks.

## 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:

**TR2** - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**TR3** - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

**TR5** - Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

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

**TRU2** - Comunicación oral y escrita.

**TRU3** - Capacidad de gestión de la información.

**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:

**CST1** - Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

**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.

## Resultados de aprendizaje

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

**RA1.** Identificar, conectar y aplicar conceptos y técnicas provenientes de otras asignaturas para diseñar sistemas reales de telecomunicación.

**RA2.** Argumentar y comparar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones.

**RA3.** Identificar e interpretar la regulación y aplicarla junto con las correspondientes consideraciones de tipo económico al despliegue de infraestructuras de telecomunicación.

**RA4.** Identificar los parámetros específicos de un sistema de telecomunicación y diseñar el sistema completo de telecomunicación teniendo en cuenta los resultados

## 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
<b>Tema 1. Introducción a los sistemas de telecomunicación</b> Red, Servicio y Sistema. Tipos de sistemas de telecomunicación. Conceptos esenciales de sistemas de telecomunicación. Cuantificación. Procesado de la información e influencia de las perturbaciones en sistemas de telecomunicación. Trabajo práctico.	20 horas
<b>Tema 2. Sistemas de acceso basados en el par de cobre</b> La infraestructura de par de cobre de un operador dominante de telecomunicación. Parámetros que describen la propagación de la señal en el bucle. Perturbaciones que limitan su diseño. Sistema telefónico convencional. Sistemas de acceso xDSL. Trabajo práctico.	12 horas
<b>Tema 3. Sistemas que utilizan fibra óptica</b> Parámetros esenciales de un sistema de telecomunicación basado en fibra óptica. Diseño de un sistema básico sobre fibra. Ejemplos de sistemas de telecomunicación sobre fibra óptica. Conceptos esenciales de FTTx. Aspectos económicos y regulatorios que determinan el despliegue de los sistemas FTTx. Trabajo práctico.	18 horas
<b>Tema 4. Panorámica integradora de los sistemas de telecomunicación</b> Otros sistemas de telecomunicación. Visión global integradora de los sistemas. Consideraciones económicas y regulatorias. Trabajo práctico.	6 horas

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

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

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 utilizarán para llevar a la práctica los procesos de enseñanza-aprendizaje son:

1. Clase “teórica” en gran grupo
2. Clase de resolución de problemas (en grupos reducidos)
3. Trabajos individuales o grupales: aprendizaje basado en problemas, lectura de artículos
4. Tutorías individuales y grupales.

**En las clases teóricas (3,5 ECTS)**, el profesor seleccionará, motivará y explicará los conceptos esenciales mediante la utilización de medios como la pizarra o presentaciones, y se complementarán con ejemplos que ilustren los conceptos explicados.

En estas clases el alumno adquirirá los conocimientos fundamentales de la asignatura. Es conveniente que el propio alumno aporte su propio trabajo (personal o en grupo) para reforzar y/o complementar los conocimientos presentados en la clase (estudio de casos particulares o indicaciones hechas por el profesor).

**Para las clases prácticas de resolución de problemas (2,5 ECTS)** el profesor proporcionará al alumno una colección de problemas ilustrativos y/o artículos técnicos. El profesor comunicará a sus alumnos qué problemas de la colección se van a resolver en clase con el objeto de que el alumno intente solucionarlos con anterioridad (aprendizaje autónomo). Este enfoque permitirá que el aprendizaje sea significativo y la adquisición de las competencias de la asignatura.

Para favorecer el aprendizaje, podría ser conveniente que la resolución de algunos problemas en la pizarra fuera hecha por los alumnos con la supervisión del profesor y no al revés, salvo en casos particulares. Esto favorecerá el intercambio de opiniones críticas, la puesta en común de diferentes estrategias de abordar la resolución, así como la discusión de los resultados obtenidos.

También, el profesor podrá proponer lecturas con la intención de ampliar o complementar conceptos.

Finalmente, 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 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.

#### Convocatoria Ordinaria

La evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua atendiendo siempre a la adquisición de las competencias de la asignatura.

#### Evaluación Continua

La evaluación continua está formada por un conjunto de pruebas parciales (que se realizan a lo largo del cuatrimestre) y por una prueba final cuya naturaleza se especifica en la sección “Instrumentos de Evaluación”.

#### Evaluación Final

Consistirá en la realización y superación de un examen final cuya naturaleza se especifica en la sección “Instrumentos de Evaluación”.

#### Convocatoria Extraordinaria

Consistirá en la realización y superación de un examen final.

### 5.2. EVALUACIÓN

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Tanto para aquellos alumnos que opten por la evaluación continua como los que opten por una prueba final, los criterios de evaluación (CE) serán:

**CE1.** El estudiante sabe diseñar –de forma razonada (planteamiento, procedimientos, aproximaciones) y mediante los cálculos adecuados– los sistemas de telecomunicación: muestra capacidad de análisis y síntesis.

**CE2.** El estudiante conoce y sabe analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

**CE3.** El estudiante evalúa y discute las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas

(tecnológicas, normativas y económicas) de los sistemas de comunicaciones

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

1. **Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI).** Serán individuales y por escrito. No liberarán materia. Consistirán en la resolución de problemas y cuestiones para evaluar hasta qué punto el alumno está progresando en el aprendizaje significativo.
2. **Prueba de Evaluación Final (PEF).** Será un examen final y se realizará por escrito y de forma individual. Su objetivo es evaluar que el alumno ha adquirido un conocimiento integrado de la asignatura como un todo. Consistirá en la resolución de problemas y cuestiones que involucren todos los temas de la asignatura completa.

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR3, TR5, TRU1-TRU4, CST1-CST2.	RA1, RA2, RA3	CE1, CE2, CE3	PEI1	30%
			PEI2	30%
	RA1-RA4	CE1, CE2, CE3	PEF	40%

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR3, TR5, TRU1-TRU4, CST1-CST2.	RA1-RA4	CE1, CE2, CE3	PEF	100%

Convocatoria extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR3, TR5, TRU1-TRU4, CST1-CST2.	RA1-RA4	CE1, CE2, CE3	PEF	100%

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía básica

- Material didáctico de la asignatura (en la web).
- Artículos de IEEE y whitepapers de empresas del sector (en la web).
- Recomendaciones Unión Internacional de las Telecomunicaciones. <http://www.itu.int/home/index-es.html>.



## 6.2. Bibliografía complementaria

- L. Goleniewski, "Telecommunications Essentials", Addison-Wesley, 2009; ISBN 0-321-42761-0, Boston, Estados Unidos.
- R. J. Bates. "Broadband Telecommunications Handbook". Segunda edición. McGraw-Hill, 2002.
- R. L. Freeman. "Telecommunications Transmission Handbook". Cuarta edición. Wiley – Interscience, 1988.
- A. A. Huurdeman, "Guide to Telecommunications Transmission Systems". Artech House. 1997. ISBN 0-89006-978-6
- W. Stallings, "Comunicaciones y redes de computadores", Pearson-Prentice Hall, Madrid, 2004, ISBN: 84-205-4110-9.
- León-García e I. Widjaja, "Redes de comunicación. Conceptos fundamentales y arquitecturas básicas", McGraw-Hill, 2001, ISBN: 84-481-3197-5.
- J. M. Hernando Rábanos, "Sistemas de telecomunicación (volumen 1. Transmisión por Línea y Redes)", Universidad Politécnica de Madrid, 1991.



Universidad  
de Alcalá

# TEACHING GUIDE

## Telecommunication Systems

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

**Universidad de Alcalá**

---

**Academic Year 2018/2019**

4<sup>th</sup> Year - 2<sup>nd</sup> Semester (GITT)

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

# TEACHING GUIDE

Course Name:	<b>Telecommunication Systems</b>
Code:	<b>350036 (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>Optional (Specialized) (GITT) Compulsory (GIST)</b>
ECTS Credits:	<b>6</b>
Year and semester:	<b>4<sup>th</sup> Year - 2<sup>nd</sup> Semester (GITT) 3<sup>rd</sup> Year - 2<sup>nd</sup> Semester (GIST)</b>
Teachers:	Lucas Cuadra Rodríguez Silvia Jiménez Fernández
Tutoring schedule:	To be determined at the beginning of the term.
Language:	Spanish/English friendly

## 1. COURSE SUMMARY

The main purpose of this course is to show the student how to design and analyze different telecommunication systems, considering them as the terminal device and the different networks involved (access, aggregation and core networks, cellular and fixed networks, etc.). Nowadays, these categorizations are becoming increasingly complex, as the present telecommunication market is no longer vertically integrated exclusively. Currently the market is moving towards a horizontal model, where a client may receive a content generated by the content provider A, delivered by service provider B, using network provider C. This fact promotes competitiveness, thus resulting in a better variety of services provided by different companies, and a better offer to the final clients. This situation has been favored due to the convergence of different events such as:

- New regulation putting an end to monopolies (i.e. Telefonica de España) and enacting a mandate to open their networks to other telcos at regulated wholesale prices.
- TCP/IP network architecture enabling the development of new services and applications.
- Development of new terminal devices (smartphones, tablets, laptops, game consoles, smart TVs, etc.) connected to the network and capable providing new services and applications.
- Evolution from the incumbent's copper network to different broadband access systems (DSL and FTTx) qualified to give access to new high-capacity services.
- Convergence of telecommunication networks to an all-IP core.
- Next Generation Networks (NGN).

In this context, the aim of this course is to provide the student a global knowledge of the design and analysis of the telecommunication systems from a technical, economic and regulatory point of view. Precisely, this global framework requires knowledge of a wide number of important concepts (previously explained in other subjects) that are combined to understand the design and analysis of a complete telecommunication system. Thus, it is highly recommended that the student has taken before the following courses: Communication Theory, Digital Communications, Wave Propagation, Network Architecture or Communication Networks.

## 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 Orden CIN/352/2009:

**en\_TR2** - Knowledge of basic subjects and technologies that enables to learn new methods and technologies, as well as to provide versatility that allows adaptation to new situations.

**en\_TR3** - Aptitude to solve problems with initiative, decision making, creativity, and to communicate and to transmit knowledge, skills and workmanship, comprising the ethical and professional responsibility of the activity of the Technical Engineer of Telecommunication.

**en\_TR5** - Easy to handle specifications, regulations and mandatory standards.

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

**en\_TRU2** - Oral and written competencies.

**en\_TRU3** - Ability to manage information.

**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 Orden CIN/352/2009:

**en\_CST1** - Ability to build, operate and manage telecommunications networks, services, processes and applications, understood as systems for capturing, transporting, representing, processing, storing, managing and presenting multimedia information, from the point of view of transmission systems .

**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.

### Learning Outcomes

After succeeding in this subject the students will be able to:

**RA1.** Identify, connect and apply techniques and concepts learned in other subjects aiming to design real telecommunication systems.

**RA2.** Argue, reason and compare pros and cons of different telecommunication systems' technological deployment alternatives and implementations.

**RA3.** Identify and understand regulation and economical considerations related to the deployment of telecommunications' infrastructures.

**RA4.** Identify specific telecommunication systems' parameters and design end-to-end systems based on them.

### 3. CONTENTS

Contents Blocks	Total number of hours
<b>Module 1. Introduction to telecommunication systems</b> Network, Service, System. Telecommunication systems' types. Telecommunication systems' key concepts. Quantification. Information processing and perturbations in telecommunication systems. Practice.	20 hours
<b>Module 2. Copper pair access systems</b> Copper pair system infrastructure. Parameters that describe signal propagation in the local loop. Perturbations that limit the design. The Public Switched Telephone Network. xDSL access systems. Practice.	12 hours
<b>Module 3. Optical fiber access systems</b> Parameters that describe signal propagation in optical fiber systems. Design of an optical fiber system. Examples of telecommunication systems using optical fiber. FTTx. Economic and regulatory concepts that determine the deployment of FTTx systems. Practice.	18 hours
<b>Module 4. Telecommunication systems' panoramic view</b> Other telecommunication systems. Telecommunication systems' panoramic view. Economic and regulatory considerations. Practice.	6 hours

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

#### 4.1. Credits Distribution

Number of on-site hours:	28 hours in large group 28 hours in small group 2 tests hours
Number of hours of student work:	92
Total hours	150

## 4.2. Methodological strategies, teaching materials and resources

The teaching activities that are used to put into practice the teaching-learning processes are:

1. "Theoretical" lesson in large group
2. Problem solving class (in small groups)
3. Individual or group work: problem-based learning, reading selected papers
4. Individual and group tutorials.

**In the theoretical classes (3.5 ECTS)**, the professor will select, motivate and explain the essential concepts via the blackboard or computer presentations, which will be complemented with examples that illustrate the main concepts explained.

In these classes, the student will learn the fundamental knowledge of the subject. It is convenient for the student to elaborate his/her own work (personal or in group) aiming to reinforce and / or complement the background presented in the class (study of particular cases or especially important aspects suggested by the professor).

**For practical problem solving classes (2.5 ECTS)**, the professor will provide the student with a collection of illustrative problems and / or technical papers. The professor will communicate to his/her students what problems of the collection will be solved in class in order that the student tries to solve them beforehand (autonomous learning). This approach has the double aim of making the learning "meaningful" along with the student acquired the necessary skills.

Aiming at improving learning, it could be convenient that the resolution of some problems on the blackboard be carried out by the students (with the professor's supervision) and not the other way around (except in particularly complex cases). This will assist students in exchanging critical opinions, sharing different strategies to tackle the problem, and discussing the results obtained.

Additionally, the professor may propose readings aiming at expanding or complementing key concepts.

Finally, in the **tutorials**, both individual and in group, the professor can answer questions, or put in common issues related to the subject. Students will have the possibility to establish a more personal communication that allows them for exploring topics that could be unfeasible to discuss 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.

### Ordinary Call

The evaluation in the ordinary call must be inspired by the criteria of continuous evaluation always attending to the acquisition of the corresponding skills.

#### Continuous Assessment

The continuous evaluation is carried out by means of a set of partial tests (which are carried out throughout the of 4-month course) and by a final exam whose nature is specified in the section "Grading Tools".

#### Final Assessment

It will consist in passing a final exam whose nature is specified in the section "Grading Tools".

### Extraordinary Call

It will consist in passing a final exam whose nature is specified in the section "Grading Tools".

## 5.2. EVALUATION

### EVALUATION CRITERIA

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

**CE1.** The student knows how to design – in a reasoned way (approach, procedures, approximations) and by means of the appropriate calculations – the telecommunication systems: he/she exhibits capacity of analysis and synthesis.

**CE2.** The student understands and is able to analyze and specify the fundamental parameters of a telecommunication system.

**CE3.** The student is able to discuss the advantages and disadvantages of different alternatives (technological, regulatory and economic) to put into practice a telecommunication system.

### GRADING TOOLS

The student's work is graded using the following tools:

1. **Mid-term exams (PEIs: "Pruebas de Evaluación Intermedia").** They will be exams carried out individually and in writing. A PEI consists in the resolution of problems and questions to quantify to what extent the student is progressing in his / her meaningful learning.
2. **Final exam (PEF).** It is an exam carried out individually and in writing. Its purpose is to evaluate to what extent the student has acquired an integrated knowledge of the subject as a whole. It consists in the resolution of problems and questions that involve **all the content blocks** of the complete course.

### GRADING CRITERIA

#### Ordinary call

In the ordinary call-continuous assessment 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 grade
TR2, TR3, TR5, TRU1-TRU4, CST1-CST2	RA1 - RA3	CE1, CE2, CE3	PEI1	30%
			PEI2	30%
	RA1 - RA4	CE1, CE2, CE3	PEF	40%

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
TR2, TR3, TR5, TRU1-TRU4, CST1-CST2	RA1 - RA4	CE1, CE2, CE3	PEF	100%

### Extraordinary call

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.

## 6. BIBLIOGRAPHY

### 6.1. Basic Bibliography

- Learning material provided by the professors.
- White papers and research papers.
- International Telecommunication Union (ITU-T) recommendations selected in class (<https://www.itu.int/es/pages/default.aspx>).

### 6.2. Additional Bibliography

- L. Goleniewski, "Telecommunications Essentials", Addison-Wesley, 2009; ISBN 0-321-42761-0, Boston, Estados Unidos.
- R. J. Bates. "Broadband Telecommunications Handbook". Segunda edición. McGraw-Hill, 2002.
- R. L. Freeman. "Telecommunications Transmission Handbook". Cuarta edición. Wiley – Interscience, 1988.
- A. A. Huurdeman, "Guide to Telecommunications Transmission Systems". Artech House. 1997. ISBN 0-89006-978-6
- W. Stallings, "Comunicaciones y redes de computadores", Pearson-Prentice Hall, Madrid, 2004, ISBN: 84-205-4110-9.
- León-García e I. Widjaja, "Redes de comunicación. Conceptos fundamentales y arquitecturas básicas", McGraw-Hill, 2001, ISBN: 84-481-3197-5
- J. M. Hernando Rábanos, "Sistemas de telecomunicación (volumen 1. Transmisión por Línea y Redes)", Universidad Politécnica de Madrid, 1991.