



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Comunicaciones por Satélite

**Grado en**  
**Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación**

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2022/2023**

4º Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Comunicaciones por Satélite</b>
Código:	<b>390010</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Teoría de la Señal y Comunicaciones Teoría de la Señal y Comunicaciones</b>
Carácter:	<b>Optativa (Orientada)</b>
Créditos ECTS:	<b>6.0</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>4º Curso, 1<sup>er</sup> Cuatrimestre</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 por Satélite pretende introducir el contexto de las comunicaciones basadas en satélites y extender el conocimiento y manejo de los sistemas de comunicaciones que el alumno adquiere en las asignaturas de Teoría de la Comunicación, Comunicaciones Digitales y Radiación y Radiocomunicación. Para ello, se introducen los aspectos generales de las comunicaciones por satélite, tales como los parámetros orbitales, el posicionamiento y las características de sus segmentos constitutivos, incluyendo el diseño detallado de los enlaces. Asimismo se exponen las técnicas de capa física específicas de estas comunicaciones, y se examinan ejemplos de servicios y aplicaciones.

Esta asignatura resultará una ayuda básica para cualquier Graduado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación que trabaje en el sector aeroespacial, pues permite comprender la problemática y los compromisos específicos que dicho entorno supone para las comunicaciones.

Para el buen aprovechamiento y comprensión de la asignatura sería necesario que el alumno tenga conocimientos previos sólidos de las asignaturas de Señales y Sistemas, Teoría de la Comunicación, Comunicaciones Digitales, Sistemas de Telecomunicación y Radiación y Radiocomunicación, adquiridos a lo largo del segundo y tercer cursos.

## 1b. COURSE SUMMARY

The subject of Satellite Communications intends to introduce the context of satellite-based communications, and extend and apply thereon the previous knowledge about communication systems acquired in the subjects of Communication Theory, Digital Communications, and Radiation and Radiocommunication. To this end, the general aspects about satellite communications, like orbital parameters, positioning, and the characteristics of their constituting segments are introduced, including the detailed link design analysis. Additionally, the physical layer techniques specific to this context are examined, along with examples about supported services and applications.

This subject would be specially helpful for the Graduated in Engineering in Communication Systems working in the aerospace sector, because it provides an appropriate comprehension of the specific problems and tradeoffs of this communication environment.

To get the best from this subject it would be necessary that the student had a sound previous knowledge about the subjects of Signal and Systems, Communication Theory, Digital Communications, Telecommunication Systems, and Radiation and Radiocommunication, acquired throughout the second and third 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:

**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.

**CST3** - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

**CST4** - Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

**CST5** - Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

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

### Resultados de aprendizaje

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

**RA1.** Identificar e interpretar los conceptos y las técnicas básicas de los sistemas basados en satélites. Contribuye a profundizar en las competencias CST2 y CST5.

**RA2.** Reconocer y aplicar los conceptos y las técnicas básicas de las comunicaciones por satélite tanto analógicas como digitales: proceso de modulación, ruido, proceso de demodulación. Contribuye a profundizar en las competencias CST2 y CST6.

**RA3.** Determinar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones por satélite y desarrollar las habilidades técnicas en el campo de las tecnologías de las telecomunicaciones, con énfasis en el análisis y caracterización matemática de un sistema de comunicación. Contribuye a profundizar en las competencias CST2, CST3 y CST4.

**RA4.** Determinar y discriminar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones por satélite, desde el punto de vista del dimensionamiento del mismo, características de la señal, las perturbaciones y el ruido, y los sistemas de modulación analógica y digital. Contribuye a profundizar en las competencias CST3, CST4 y CST5.

**RA5.** Interpretar los resultados de experimentos relativos a la materia de la asignatura. Contribuye a profundizar en las competencias TRU1 y TRU4.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
<b>Tema 1. Aspectos generales de las comunicaciones por satélite.</b> Introducción. Evolución histórica. Características generales.	• 4 horas
<b>Tema 2. Parámetros orbitales de un satélite de comunicaciones.</b> Leyes de Kepler. Ecuaciones de la órbita. Localización del satélite. Tipos de órbitas.	• 4 horas
<b>Tema 3. Posicionamiento de los satélites en órbita.</b> Vehículos de lanzamiento. Posicionamiento de satélites. Perturbaciones orbitales. Entorno espacial.	• 4 horas
<b>Tema 4. Segmento espacial.</b> Subsistemas. Control de actitud. Control orbital Energía. Control térmico. Estructura. TTC&TM. Carga de pago. Características de componentes electrónicos más usados.	• 8 horas
<b>Tema 5. Segmento terreno.</b> Funciones. Partes que lo componen. Subsistema de antenas. Subsistema TX/RX. Orientación de las antenas.	• 8 horas
<b>Tema 6. Diseño del enlace satelital RF.</b> Balance de potencia. Efectos atmosféricos. Atenuación y ruido. Relación C/N global. Intermodulación. Interferencias.	• 10 horas
<b>Tema 7. Comunicaciones ópticas satelitales.</b> Enlaces ópticos satelitales. Aplicación en redes intersatelitales. Aplicación en enlaces Tierra-satélite.	• 8 horas
<b>Tema 8. Transmisores y receptores satelitales.</b> Aplicaciones Diseño de capa física. Multiplexación y técnicas de acceso. Servicios y aplicaciones.	• 10 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 horas
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:

1. Clase teórica.
2. Clase de resolución de problemas.
3. Clase práctica de laboratorio con equipos didácticos o simulaciones y cálculos mediante PC. Se formarán grupos en función de los equipos disponibles y de las circunstancias.
4. Trabajos individuales o grupales con la correspondiente exposición en clase por parte de todos los integrantes de los grupos (en su caso).
5. Tutorías individuales y grupales.

**Las clases teóricas (3 ECTS)** 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.

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).

**Para las clases de resolución de problemas (1,5 ECTS)** el profesor proporcionará al alumno una colección de problemas tipo, de los cuales se seleccionará no más del 50% de los mismos, para su resolución en la clase. El profesor comunicará a sus alumnos qué problemas de la colección se van a resolver en la siguiente clase, para que el alumno intente resolverlos con anterioridad a la clase. El alumno debe intentar que queden resueltas las dudas que le puedan haber surgido en la resolución previa de los problemas.

Para una mejor comprensión del procedimiento mental seguido al resolver los problemas sería conveniente que la resolución de los problemas en la pizarra fuera hecha por los alumnos de forma individual con la supervisión del profesor y no al revés, salvo en algún que otro caso. Esto favorecerá el intercambio de opiniones críticas acerca de la forma de resolución así como de los resultados obtenidos.

**Clases prácticas en laboratorio (1 ECTS)** mediante la utilización de equipos didácticos o bien mediante la realización de simulaciones o cálculos mediante PC. Las prácticas se realizarán organizando a los alumnos en grupos reducidos. El profesor proporcionará unas guías de las prácticas para que el alumno pueda llevarlas preparadas antes de la realización de la misma. En estas clases el alumno podrá comparar entre los resultados teóricos esperados y los resultados reales obtenidos, lo cual podrá dar lugar a un debate entre los miembros de un mismo grupo para buscar posibles justificaciones y una puesta en común con el resto del grupo para intercambiar diferentes posturas, todo con la oportuna supervisión del profesor que es quien deberá velar por que los resultados estén bien justificados, o bien pueda aportar más puntos de vista.

Se recomienda en estas clases, a medida que se van haciendo las prácticas, que el profesor dé un grado de libertad amplio para que los alumnos busquen sus propias justificaciones.

**El profesor propondrá diversos trabajos bien individuales bien grupales (0,5 ECTS)** en función de la complejidad o de la laboriosidad de los mismos, con la intención de ampliar o complementar la información correspondiente a la asignatura. Los alumnos deberán exponer ante sus compañeros los trabajos realizados.

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 Evaluación de los Aprendizajes, NEA, 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 Aprendizaje (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.

#### Procedimientos de Evaluación.

1. 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 especificadas en la asignatura

- a. *Evaluación Continua*: Consistente en la realización de las prácticas de laboratorio, la realización del trabajo de la asignatura y la realización de un examen final. La superación de las prácticas y del trabajo de la asignatura se realizará a lo largo del cuatrimestre.
- b. *Evaluación Final*: Consistirá en la realización de un examen final.

2. Convocatoria Extraordinaria: Se plantean dos situaciones

- a. En caso de que el estudiante haya realizado el trabajo de la asignatura, si así lo decide, se le asignará la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria. El resto de la evaluación se basará en un examen final
- b. El estudiante no ha realizado el trabajo o decide no considerarlo. La evaluación consistiría en un examen final.

### 5.2. EVALUACIÓN

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En los diversos instrumentos de evaluación, tanto para aquellos alumnos que opten por la evaluación continua como los que opten por una prueba final, en convocatoria ordinaria o extraordinaria, se va a valorar:

- CE1.** El alumno muestra capacidad de análisis y síntesis (TRU1).
- CE2.** El alumno muestra capacidad de aprendizaje autónomo (TRU4).
- CE3.** El alumno es capaz de aprender y aplicar nuevos conocimientos y técnicas adecuados relacionadas con las Comunicaciones por Satélite (CST2, CST3).
- CE4.** El alumno es capaz de interpretar y modificar el código (en la herramienta software

correspondiente) de los ejercicios propuestos en la parte práctica u otros similares (CST6).

**CE5.** El alumno muestra es capaz de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de Comunicaciones por Satélite (CST3, CST4, CST5).

**CE6.** El alumno es capaz de caracterizar las modulaciones, las técnicas de acceso y los principales compromisos de un sistema de Comunicaciones por Satélite (CST2, CST6).

**CE7.** El alumno aplica los principios básicos de las Comunicaciones por Satélite para diferentes situaciones y en diferentes entornos (CST2, CST5, CST6).

## INSTRUMENTOS 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** – convocatoria ordinaria se servirá de los instrumentos siguientes:

- **E1.** Entrega de ejercicios propuestos, individuales o en grupo, y entrega de los resultados justificados, en su caso, de las prácticas del laboratorio, realizadas individualmente o en grupo.
- **E2.** Realización de un trabajo final, individual o en grupo, junto con su exposición en clase.
- **PEF.** Prueba final escrita consistente en la resolución de problemas y desarrollo de cuestiones correspondientes a la materia de que consta la asignatura, así como de cuestiones relacionadas con la parte práctica de la misma.

**La evaluación final**, sea la correspondiente a la convocatoria ordinaria o extraordinaria, se servirá de los instrumentos siguientes:

- **PEF.** Prueba final escrita consistente en la resolución de problemas y desarrollo de cuestiones correspondientes a la materia de que consta la asignatura, así como de cuestiones relacionadas con la parte práctica de la misma.

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La calificación en la evaluación continua se determinará mediante la valoración de varias prácticas realizadas durante el curso. Esta parte de la evaluación va a suponer el 60% de la nota final de la asignatura. Un 30% de la calificación corresponderá a entregas periódicas de pequeña entidad (E1) durante el desarrollo del curso, y vinculadas a la parte práctica y de problemas, que podrán ser de tipo individual o grupal, y otro 30% corresponderá a una práctica final de mayor entidad (E2) que se realizará individualmente o en grupo. El número, naturaleza y periodización de las prácticas se comunicará al comienzo de la asignatura.

En lo que respecta a la calificación de las prácticas realizadas y presentadas por parte de los alumnos, será de consideración lo mencionado en el Artículo 34 de la Normativa de Evaluación aprobada en el Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011, respecto a la originalidad de los mismos y a la adecuada política de citas y atribuciones. Cualquier plagio detectado conllevará automáticamente una calificación de cero puntos en la entrega en cuestión. Si un alumno de evaluación continua hiciera alguna entrega fuera de plazo o sencillamente no hiciera alguna entrega de trabajo, tendrá una calificación para esta prueba de cero puntos.

El 40% restante de la nota final del alumno se obtendrá a partir de una prueba final escrita (PEF) en la que el alumno deberá mostrar unos conocimientos suficientes de toda la asignatura, incluyendo la parte práctica, mediante preguntas vinculadas al código y sistemas de simulación empleados. Aquel alumno que no se presente a la prueba final y reúna las condiciones para considerársele presentado, tendrá una calificación de 0 puntos correspondiente a esta prueba.

Se considerará como presentado 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.

En la **convocatoria ordinaria – 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
TRU1, TRU4, CST2, CST3, CST4, CST5	RA3, RA4, RA5	CE1, CE2, CE3, CE5, CE7	E1	30%
TRU1, TRU4, CST2, CST3, CST4, CST5	RA3, RA4, RA5	RCE1, CE2, CE3, CE5, CE7	E2	30%
CST2, CST3, CST4, CST5, CST6	RA1, RA2, RA3, RA4	CE1, CE2, CE3, CE5, CE7PEF	PEF	40%

Aquellos alumnos que estén acogidos al sistema de evaluación mediante prueba final obtendrán el 100% de la nota mediante la realización de una prueba final (PEF) que será igual que la prueba final de los alumnos de evaluación continua.

En la convocatoria ordinaria –**evaluación final** 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
TRU1, TRU4	RA5	CE1, CE2	PEF	100%
CST2, CST5	RA1	CE3, CE5, CE6, CE7		
CST2, CST6	RA2	CE3, CE4, CE6, CE7		
CST2, CST3, CST4	RA3	CE3, CE5, CE6, CE7		
CST3, CST4, CST5	RA4	CE3, CE5, CE7		

#### Convocatoria extraordinaria

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 (PEF) 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 – evaluación continua o final 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
TRU1, TRU4	RA5	CE1, CE2	PEF	100%
CST2, CST5	RA1	CE3, CE5, CE6, CE7		
CST2, CST6	RA2	CE3, CE4, CE6, CE7		
CST2, CST3, CST4	RA3	CE3, CE5, CE6, CE7		
CST3, CST4, CST5	RA4	CE3, CE5, CE7		

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía básica

- **SPACE MISSION ANALYSIS AND DESIGN**  
Autor: James R. Wertz  
Edita: Kluwer Academic Publishers
- **SATELLITE COMMUNICATIONS**  
Autor: Denis Roddy  
Edita: McGraw Hill
- **SATELLITE COMMUNICATIONS APPLICATIONS HANDBOOK**  
Autor: Bruce R. Elbert  
Edita: Artech House

### 6.2. Bibliografía complementaria

- **DIGITAL COMMUNICATIONS**  
Autor: J.G. Proakis  
Edita: McGraw Hill
- **COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING**  
Autor: J.G. Proakis y otros  
Edita: Prentice Hall
- **COMMUNICATIONS SYSTEMS**  
Autor: Simon Haykin  
Edita: John Willie & Sons
- **DIGITAL MODULATION TECHNIQUES**  
Autor: Fuqin Xiong

## **NOTA INFORMATIVA**

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.