

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Comunicaciones por satélite

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Comunicaciones por satélite
<b>Titulación</b>	09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Tercer semestre
<b>Módulos</b>	Intensificación-investigación en telecomunicación
<b>Materias</b>	Señales y comunicaciones II
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	93000811
<b>Nombre en inglés</b>	Satellite communications

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Sistemas de comunicaciones

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Radiación y propagación

Electrónica de comunicaciones

Redes de comunicaciones



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación  
**PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Competencias

---

CE1 - Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

CE2 - Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.

CE4 - Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.

CG4 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT2 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA144 - Comprender el impacto del canal no lineal del enlace satelital sobre el dimensionado y prestaciones del sistema

RA140 - Conocer los sistemas de comunicaciones por satélite, incluyendo carga útil, plataforma, estaciones terrenas y servicios

RA30 - Conocimiento práctico de nuevos sistemas de comunicaciones satelitales y posicionamiento, incluyendo la metodología, técnicas y herramientas de análisis y diseño de los mismos y sus aplicaciones

RA142 - El alumno es capaz de dimensionar las prestaciones de un sistema de comunicaciones por satélite

RA28 - Conocimiento extenso de los sistemas de comunicaciones más comunes y utilizados en la actualidad, orientado principalmente a las capas inferiores de dichos sistemas de comunicaciones (aunque contando también con su interrelación con las capas superiores y arquitecturas de los sistemas)

RA143 - El alumno es capaz de analizar de forma razonada las diferentes alternativas tecnológicas para dar un servicio de comunicaciones por satélite

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Martinez Rodriguez-Osorio, Ramon <b>(Coordinador/a)</b>	C-411	ramon.martinez@upm.es	
Calvo Ramon, Miguel	C-412	miguel.calvo@upm.es	

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

En esta asignatura se pretende dar una versión completa de los sistemas de comunicaciones por satélite, abarcando desde las órbitas usadas hasta el diseño y la optimización de enlaces por satélite. Partiendo de la arquitectura del sistema completo, se cubren conceptos relacionados con la plataforma satelital y carga útil con el objeto de justificar la necesidad de usar los diferentes subsistemas embarcados. Una parte importante del curso se centra en los aspectos de diseño y optimización de enlaces, donde se profundiza en las técnicas de comunicación usadas en comunicaciones por satélite para mejorar la capacidad y disponibilidad, los modos de operación de un transpondedor o la coordinación de interferencias. En la última parte de la asignatura se cubren aspectos de interés relacionados con las comunicaciones por satélite, como son los sistemas comerciales, o la navegación por satélite.

## Temario

---

1. Introducción a los sistemas de comunicaciones por satélite
2. Órbitas empleadas en satélites artificiales
3. Arquitectura de un satélite de comunicaciones
  - 3.1. Plataforma (subsistemas)
  - 3.2. Carga útil de comunicaciones. Transpondedor y antenas
4. Segmento terreno: estaciones de control y de usuario
  - 4.1. Arquitectura de una estación
  - 4.2. Tipos de estaciones: usuario, control, hubs
  - 4.3. Antenas y elementos de radiofrecuencia
5. Técnicas de comunicación usadas en comunicaciones por satélite
  - 5.1. Técnicas de modulación y codificación. Sistemas DVB-S2 y DVB-S2 extendidos
  - 5.2. Técnicas de recuperación de portadora y sincronismo
  - 5.3. Técnicas para optimizar la capacidad del sistema. Carrier-in-Carrier, etc.
  - 5.4. Técnicas para mejorar la disponibilidad
  - 5.5. Técnicas de procesado a bordo
6. Diseño y optimización de enlaces por satélite
  - 6.1. Propagación
  - 6.2. Diseño de enlaces extremo a extremo
  - 6.3. Interferencias y coordinación
  - 6.4. Optimización de enlaces por satélite
7. Redes y servicios de comunicaciones por satélite

8. Sistemas comerciales de comunicaciones por satélite

8.1. Sistemas geoestacionarios

8.2. Sistemas MEO

8.3. Sistemas LEO

9. Sistemas de navegación por satélite

## Cronograma

**Horas totales:** 63 horas

**Horas presenciales:** 62 horas y 30 minutos (40.1%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:** 100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:** 100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Introducción a los sistemas de comunicaciones por satélite. Presentación de la asignatura</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Órbitas empleadas. Leyes de Kepler. Efemérides. Sistemas de coordenadas.</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Órbitas empleadas. Apuntamiento, y cobertura. Perturbaciones y lanzamientos.</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Órbitas empleadas. Órbitas empleadas en sistemas de comunicaciones.</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Presentación del trabajo</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 3	<p><b>Arquitectura de un sistema de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Arquitectura de un sistema de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Arquitectura de un sistema de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 4	<p><b>Segmento terreno</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Segmento terreno</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Segmento terreno</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Organización del trabajo</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	



Semana 5	<p><b>Técnicas de comunicación usadas en comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica: Análisis de misión aplicado a sistemas de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 6	<p><b>Técnicas de comunicación usadas en comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Técnicas de comunicación usadas en comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 7	<p><b>Diseño y optimización de enlaces por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Diseño y optimización de enlaces por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Desarrollo del trabajo: presentación de avances (1/2)</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 8	<p><b>Diseño y optimización de enlaces por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Dimensionado de un sistema de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 9	<p><b>Redes y servicios de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Desarrollo del trabajo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Desarrollo del trabajo: presentación de avances (2/2)</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 10	<p><b>Redes y servicios de comunicaciones por satélite</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Sistemas comerciales: GEO</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
Semana 11	<p><b>Sistemas comerciales: MEO y LEO</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Desarrollo del trabajo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 12			<p><b>Visita a Centro de Control de Hispasat o similar</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Desarrollo del trabajo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Desarrollo del trabajo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	

Semana 13	<b>Sistemas GNSS</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Preparación de la presentación del trabajo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Entrega de manuales de prácticas</b> Duración: 00:30 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 14				<b>Trabajo en grupo</b> Duración: 02:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<b>Examen de la asignatura</b> Duración: 03:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial <b>Examen de la asignatura</b> Duración: 03:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
13	Entrega de manuales de prácticas	00:30	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	30%	3 / 10	CE2, CT4
14	Trabajo en grupo	02:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	35%	3 / 10	CT2, CG4
17	Examen de la asignatura	03:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	35%	3 / 10	CE2, CE4, CE1
17	Examen de la asignatura	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	3 / 10	CE2, CT2, CT4, CG4, CE4, CE1

## Criterios de Evaluación

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua.

La evaluación continua constará de tres partes:

1. Trabajo individual. Entrega de los manuales de prácticas y problemas propuestos (\*)
2. Trabajo en grupo. Se valorará la parte técnica así como la presentación y documentación entregadas
3. Examen al final del curso

(\*) A lo largo del curso, se podrán proponer problemas que los alumnos deberán resolver y entregar.

En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen al Coordinador de la asignatura a través de la plataforma Moodle con anterioridad al día 13 de noviembre (se creará una tarea específica para la renuncia a la evaluación continua). Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 5th Edition, Gerard Maral, Michel Bousquet, Zhili Sun, Wiley, 2009.	Bibliografía	Libro de Comunicaciones por Satélite
Comunicaciones por Satélite, Miguel Calvo, Ramón Martínez, Antonio García, ETSIT-UPM, 2005.	Bibliografía	Manual de Comunicaciones por Satélite
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	Página Moodle de la asignatura
Satellite Communications, 4th. Ed., Dennis Roddy, McGraw Hill, 2006.	Bibliografía	Libro de Comunicaciones por Satélite
ITU Handbook on Satellite Communications, 3rd. Ed., Wiley, 2002.	Bibliografía	Manual de la ITU sobre Comunicaciones por Satélite
Recomendaciones de la ITU para cálculos de propagación	Recursos web	
System Toolkit	Equipamiento	Software de análisis de misión disponible en <a href="http://www.agi.com">www.agi.com</a> (versión de evaluación)
Artículos de revistas	Otros	International Journal of Satellite Communications and Networking, Via Satellite, etc.
Satellite Communications Payload and System, T. M. Braun, Wiley, 2012.	Bibliografía	Libro sobre carga útil de satélites de comunicaciones

## Otra Información

La realización de las prácticas está condicionada a disponer de las licencias del software que se necesitan (System Toolkit). Por ello, las sesiones de prácticas podrán sufrir cambios, cambiar de día o podrán sustituirse por sesiones de clase o prácticas diferentes.

Como parte de las actividades de la asignatura, se ha programado una visita a un centro de control de satélites. Las fechas concretas y la propia realización de la visita está sujeta a la disponibilidad de la estación y de su personal.