



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**93000811 - Comunicaciones por satélite**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos .....	1
2. Profesorado .....	1
3. Conocimientos previos recomendados .....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje .....	2
5. Descripción de la asignatura y temario .....	3
6. Cronograma .....	5
7. Actividades y criterios de evaluación .....	8
8. Recursos didácticos .....	10
9. Otra información .....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	93000811 - Comunicaciones por satellite
<b>Nº de Créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés
<b>Titulación</b>	09AQ - Master Universitario en Ingenieria de Telecomunicacion
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías*</b>
Ramon Martinez Rodriguez-Osorio (Coordinador/a)	C-411	ramon.martinez@upm.es	- -
Miguel Calvo Ramon	C-412	miguel.calvo@upm.es	- -

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Sistemas de comunicaciones

### 3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Communication networks and systems
- Radiocommunication
- Communication electronics

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

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.

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA285 - Trade different alternatives of a satellite communication system considering orbits, performance, feasibility and cost

RA284 - Sizing of satellite communication systems

RA283 - Know satellite communication systems, including payload, platform, ground segment and communication services

RA288 - Get familiar with existing satellite communication systems and services, and global satellite navigation systems

RA289 - Elaborate technical reports and presentations to propose a feasible solution based on satellite communications

RA286 - Understand the impact of the satellite non-linear channel on the communication system performance

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

The scope of this course is to provide a complete vision of satellite communication systems, from orbital used by artificial satellites to the optimization of satellite links. Beginning with the SatCom architecture, concepts related with orbits and constellations, satellite subsystems, communication payloads will be covered. Then, design and sizing of satellite communication links will be analyzed. Students will use all the concepts to carry out the design of a satellite communication system or the implementation of a specified service. Students will deal with advanced communication concepts, interference coordination and satellite link optimization. Course will cover GEO systems, as well as Medium and Low Earth satellites and constellations.

Diiferent practical exercises and labs will be carried out along the course to consolidate the theoretical concepts, which will be related to existing systems.

At the end of the course, students will have a clear understanding of the aspects that influence the design of a satellite communication system and will know to evaluate the fundamental trade-offs between satellite subsystems,

communication payloads, ground segment, orbits and advanced transmissions concepts.

## 5.2 Temario de la asignatura

1. Introduction to satellite communication systems
2. Orbits and constellations used by artificial satellites
3. Architecture of satellite communication systems
  - 3.1. Platform and subsystems
  - 3.2. Communication payload. Transponder and antennas
4. Ground segment: control and user stations
  - 4.1. Ground station architecture and station types
  - 4.2. Antennas and radiofrequency elements
5. Communication techniques used in satellite communications
  - 5.1. DVB-S2 and DVB-S2x transmission systems
  - 5.2. Timing and carrier recovery techniques
  - 5.3. Techniques to improve capacity. Carrier-in-Carrier, etc.
  - 5.4. Techniques to improve availability
6. Design and optimization of satellite links
  - 6.1. Propagation
  - 6.2. Design and sizing of satellite links
  - 6.3. Interferences and coordination
  - 6.4. Optimization of satellite links
7. Satellite communication networking
8. Commercial satellite communication systems
  - 8.1. GEO systems. HTS and VHTS
  - 8.2. MEO systems and constellations
  - 8.3. LEO systems and constellations
9. Satellite navigation systems

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<p><b>Course presentation. Introduction to SatCom systems</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Orbits. Kepler laws. Ephemeris. Coordinate systems.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Orbits. Pointing and satellite coverage. Perturbations and launch systems.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Orbits and constellations used by artificial satellites</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Presentation of work in group topics</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>			
3	<p><b>Architecture of satellite communication systems</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Architecture of satellite communication systems</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Architecture of satellite communication systems</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Ground segment</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ground segment</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ground segment</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Work in group organization</b> Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	

5	<p><b>Communication techniques used in satellite communications</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab: Mission analysis applied to a SatCom system</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
6	<p><b>Communication techniques used in satellite communications</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Communication techniques used in satellite communications</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Lab manuals and/or proposed exercises</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:30</p>
7	<p><b>Design and optimization of satellite links</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Design and optimization of satellite links</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Work in groups. Progress presentation (1/2)</b> Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
8	<p><b>Design and optimization of satellite links</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Sizing of a satellite communication system</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
9	<p><b>Satellite communication networking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Satellite communication networking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Commercial systems. GEO, HTS and VHTS</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Work in groups</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Work in groups. Progress presentation (2/2)</b> Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
11	<p><b>Commercial systems. MEO, LEO and Big LEO</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Work in groups</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Work in groups</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
12			<p><b>Visit to SatCom facility (if feasible)</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Work in groups</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p><b>Lab manuals and/or proposed exercises</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:30</p> <p><b>Lab manuals and/or proposed exercises</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación sólo prueba final Duración: 00:30</p>



13	<b>Satellite Navigation Systems</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Work in groups. Preparation of oral presentation</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
14				<b>Work in Group</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Work in Group</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Exam. Theory and Case study exercise</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00  <b>Exam. Theory and Case study exercise</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Lab manuals and/or proposed exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	15%	3 / 10	CE2 CT4
12	Lab manuals and/or proposed exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	15%	3 / 10	CE2 CT4
14	Work in Group	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	40%	3 / 10	CT2 CT4 CG4
17	Exam. Theory and Case study exercise	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	30%	3 / 10	CE2 CE4 CE1

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Lab manuals and/or proposed exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:30	20%	3 / 10	CE2 CT4
14	Work in Group	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	40%	3 / 10	CT2 CT4 CG4
17	Exam. Theory and Case study exercise	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	3 / 10	CE2 CE4 CE1

#### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	3 / 10	CE2 CE4 CE1
Work in Group	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	40%	0 / 10	CT2 CT4 CG4

## 7.2 Criterios de Evaluación

### ORDINARY EXAMINATION

Students will be qualified through continuous evaluation by default. According to the Normativa de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad Politécnica de Madrid, students willing to renounce to continuous evaluation must complete the Moodle task entitled "Renounce to continuous evaluation" before week number 6 (deadline will be announced in Moodle).

Evaluation will assess if students have acquired all the competences of the subject. Thus, evaluation through final assessment will be carried out considering all the evaluation techniques used in continuous evaluation (EX, TI, and TG). EX will be celebrated in the exam period approved by Junta de Escuela for the current academic semester and year. Evaluation activities that assess learning outcomes that cannot be evaluated through a single exam as TI and TG will be carried out along the semester.

Evaluation in the ordinary period (both continuous and by final examination) will consist on the following items:

1. Individual homework. Submission of homeworks along the course and laboratory manual. Laboratory manual can be substituted by individual exercises with mandatory submission in case the laboratory session cannot be carried out. (30%)
2. Work in group. Intermediate reviews will be performed along the course with potential presentation in class (in English). Each group will carry out a final presentation in class. Organization, oral presentation, technical documentation and results will be evaluated. (40%)
3. Exam. Theory and case study exercise. (30%)

Work in group will consist in the analysis and/or design of a particular satellite communication system to provide a

specific communication service (e.g. broadband access in Europe, application of big LEO constellations for low latency Internet service, in-flight connectivity) or a particular process (e.g. evaluation of ACM strategies in DVB-S2 systems, impact of intermodulation in channel quality). Progress meetings will be held along the course or when required by students. Work in group will include the realization of simulations, submission of technical report and public presentation.

## EXTRAORDINARY EXAMINATION

Final qualification in the extraordinary examination will be composed of:

1. Exam. Theory and case study exercise. (60%)
2. Work in Group (40%). Qualification of the work in group in the ordinary evaluation will be conserved in the academic year. Work in group can be substituted by an individual homework depending on the number of students.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 5th Edition, Gerard Maral, Michel Bousquet, Zhili Sun, Wiley, 2009.	Bibliografía	SatCom book
Comunicaciones por Satélite, Miguel Calvo, Ramón Martínez, Antonio García, ETSIT-UPM, 2005.	Bibliografía	SatCom manual

Moodle site of the course	Recursos web	Moodle site
Satellite Communications, 4th. Ed., Dennis Roddy, McGraw Hill, 2006.	Bibliografía	SatCom book
ITU Handbook on Satellite Communications, 3rd. Ed., Wiley, 2002.	Bibliografía	ITU SatCom manual
ITU recommendations for propagation calculations	Recursos web	
System Toolkit	Equipamiento	Mission analysis software available at <a href="http://www.agi.com">www.agi.com</a> (evaluation version)
Journal papers	Otros	International Journal of Satellite Communications and Networking, Via Satellite, etc.
Satellite Communications Payload and System, T. M. Braun, Wiley, 2012.	Bibliografía	SatCom payload book

## 9. Otra información

---

### 9.1 Otra información sobre la asignatura

Realization of the mission analysis laboratory sessions is conditioned to the availability of System Toolkit (STK) software licenses. Thus, lab sessions might change the date, might be modified or could be substituted by individual exercises or homeworks with the same working hours.

The visit to the Satellite Control Center depends on the availability of the center and its personnel. Exact dates will be announced when confirmed.