



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595000334 - Sistemas De Radiocomunicacion**

### PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000334 - Sistemas de Radiocomunicacion
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Cesar Briso Rodriguez	D8420	cesar.briso@upm.es	Sin horario. Pueden sufrir cambios. Las definitivas se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura

Pedro Garcia Del Pino	D8210	pedro.gdelpino@upm.es	Sin horario. Pueden sufrir cambios. Las definitivas se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura
Jose Enrique Gonzalez Garcia	D8415	joseenrique.gonzalez@upm.es	Sin horario. Pueden sufrir cambios. Las definitivas se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura
Vicente Gonzalez Posadas (Coordinador/a)	D8210	vicente.gonzalez@upm.es	Sin horario. Pueden sufrir cambios. Las definitivas se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura
Juan Anton Moreno Garcia-Loygorri	8418	juan.moreno.garcia-loygorri@upm.es	Sin horario. Pueden sufrir cambios. Las definitivas se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura

\* 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

- Teoría De La Comunicacion
- Procesado Digital De La Señal
- Sistemas De Telecomunicacion

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

- Sistemas Audiovisuales; Procesado de Señal en Comunicaciones; Transmisión y Propagación de Ondas

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE SC02 - 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.

CE SC04 - Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

CE SC05 - 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.

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL04 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CE TEL16 - Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 09 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

CG 13 - Habilidades de aprendizaje con un alto grado de autonomía.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA239 - Calcular las pérdidas de propagación, niveles de señal, balances de enlace y determinación de la calidad en los sistemas de Radiocomunicación

RA567 - Analizar los parámetros de diseño de los sistemas de Radiocomunicación

RA240 - Selección y caracterización de los sistemas y subsistemas y de los parámetros de diseño y planificación de los sistemas de Radiocomunicación, (radioenlaces, comunicaciones por satélite, comunicaciones móviles e inalámbricas y radiodifusión)

RA241 - Utilización de la instrumentación de laboratorio y de campo para realizar las diferentes medidas que permiten caracterizar un sistema de telecomunicación.

RA238 - Asignación y gestión del espectro radioeléctrico

RA569 - Diseñar, planificar y gestionar los sistemas de Radiocomunicación

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Estudio de la propagación radioeléctrica y de los sistemas y servicios de comunicación que emplean medios no guiados. Conocer las especificaciones de un servicio determinado, los requisitos de calidad exigidos, los equipos, medios y sistemas empleados para hacer posible esa comunicación y las medidas necesarias para comprobar esas especificaciones tanto desde un punto de vista teórico como experimental, de forma que el alumno pueda analizar, planificar, diseñar y gestionar cualquier Sistema de Radiocomunicaciones (Radio enlaces, Sistemas de Radiodifusión y T.V., Servicios Móviles, Comunicaciones por Satélite, etc.).

Palabras Clave (Keywords): Radiocomunicación, Propagación radioeléctrica, Comunicaciones por Satélite, Radiodifusión, Comunicaciones MóvilA

Alguna de las prácticas puede sufrir variaciones que dependerán del equipamiento disponible en el momento de la realización de la misma.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN

- 1.1. Definiciones
- 1.2. Aspectos Normativos, económicos, sociales y medioambientales
- 1.3. Gestión del espectro: Bandas de frecuencias

#### 2. PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.

- 2.1. Propagación en el espacio libre
- 2.2. Propagación en el espacio real
- 2.3. Mecanismos de propagación radioeléctrica
- 2.4. Influencia de la atmósfera: refracción y absorción atmosférica
- 2.5. Influencia de la tierra: reflexión y difracción
- 2.6. Desvanecimientos

#### 3. RADIOENLACES

- 3.1. Características generales de los enlaces punto a punto

- 3.2. Equipamiento e instalación de radio enlaces y sistemas inalámbricos
- 3.3. Planificación y diseño de un radioenlace
- 3.4. Balance del enlace, desvanecimientos
- 3.5. Calidad de un radioenlace
- 4. COMUNICACIONES POR SATÉLITE
  - 4.1. Características de los sistemas de comunicación por satélite
  - 4.2. Órbitas y coberturas
  - 4.3. Segmento espacial y Segmento Terreno
  - 4.4. Técnicas de Acceso Múltiple
  - 4.5. Sistemas DVB-S y DVB-S2
  - 4.6. Planificación de un sistema de comunicaciones por satélite
- 5. RADIODIFUSIÓN
  - 5.1. Características de los sistemas de Radiodifusión sonora y de televisión
  - 5.2. Sistemas DVB-T y TDT
  - 5.3. Equipamiento e instalación de sistemas de radiodifusión
  - 5.4. Planificación y cálculo de calidad.
- 6. COMUNICACIONES MÓVILES
  - 6.1. Características generales. Bandas de frecuencias
  - 6.2. Propagación en entorno móvil y canal móvil
  - 6.3. Sistemas y servicios de comunicaciones móviles
  - 6.4. Estructura de los sistemas celulares
  - 6.5. Estándares de comunicaciones móviles GSM, UMTS, LTE
- 7. Práctica 1. Medidas en transmisores y receptores
- 8. Práctica 2. Planificación y Diseño de un sistema de Comunicaciones punto a punto
- 9. Práctica 3. Medidas en sistemas DVB (TDT / SATÉLITE).
- 10. Práctica 4. Automatización de medidas/Emulación mediante SDR de un sistema de radiocomunicación



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación asignatura.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Tema 2</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Presentación de las Prácticas 1 y 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica 1. Medidas TX/RX (GA) Práctica 2. Planificación enlace radio punto a punto.(GB)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1. Medidas TX/RX (GB) Práctica 2. Planificación enlace radio punto a punto.(GA)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica 1. Medidas TX/RX (GA) Práctica 2. Planificación enlace radio punto a punto.(GB)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1. Medidas TX/RX (GB) Práctica 2. Planificación enlace radio punto a punto.(GA)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 1. Medidas TX/RX (GA) Práctica 2. Planificación enlace radio punto a punto.(GB)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación parcial de los temas 1, 2 y 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
9	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 3. Medidas DVB Satélite/TDT. (GA) Práctica 4. Sistema Automático de Medidas/Emulación de un sistema de Radiocomunicación (GB)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Memorias Práctica 1 y Práctica 2.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 08:00</p>
10	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 3. Medidas DVB Satélite/TDT. (GB) Práctica 4. Sistema Automático de Medidas/Emulación de un sistema de Radiocomunicación (GA)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 3. Medidas DVB Satélite/TDT. (GA) Práctica 4. Sistema Automático de Medidas/Emulación de un sistema de Radiocomunicación (GB)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 3. Medidas DVB Satélite/TDT. (GB) Práctica 4. Sistema Automático de Medidas/Emulación de un sistema de Radiocomunicación (GA)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios y problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Recuperación/Evaluación individual de prácticas (todos)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Memorias Práctica 3 y Práctica 4. Prueba individual de valoración del trabajo de prácticas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 08:00</p>
14				
15				
16				
17				<p><b>Evaluación parcial de los temas 4, 5 y 6</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Evaluación Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:30</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
8	Evaluación parcial de los temas 1, 2 y 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	4.5 / 10	CE SC04 CE SC05 CE TEL04 CE TEL16 CG 04 CG 10 CE SC02
9	Memorias Práctica 1 y Práctica 2.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	08:00	20%	5 / 10	CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL16 CG 02 CG 09 CG 10 CG 13
13	Memorias Práctica 3 y Práctica 4. Prueba individual de valoración del trabajo de prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	08:00	20%	5 / 10	CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL16 CG 02 CG 09 CG 10 CG 13
17	Evaluación parcial de los temas 4, 5 y 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	4.5 / 10	CE SC02 CE SC04 CE SC05 CE TEL04 CE TEL16 CG 04 CG 10

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	60%	5 / 10	CE SC02 CE SC04 CE SC05 CE TEL04 CE TEL16 CG 04 CG 10

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación Final (60%)+ Evaluación final laboratorio (40%)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	100%	5 / 10	CE SC02 CE SC04 CE SC05 CE TEL04 CE TEL16 CG 04 CG 10

## 7.2. Criterios de evaluación

El proceso de evaluación incluye diferentes actividades supervisadas por el profesorado: resolución de ejercicios y casos (tanto de forma individual como en grupo); asistencia a clases; asistencia, realización y superación de las prácticas y dos evaluaciones parciales (la 2ª coincidiendo con el periodo oficial de exámenes), mediante un examen escrito, consistentes en preguntas sobre los contenidos de la asignatura y la resolución de varios ejercicios. (Es necesaria la obtención de 4,5 puntos en cada evaluación parcial para poder liberar los temas correspondientes).

**Las prácticas de laboratorio deben realizarse de forma obligatoria y no pueden realizarse mediante sólo prueba final, dado que no es posible evaluar determinadas competencias en esa prueba.** El proceso de evaluación de las mismas incluye la valoración de las memorias de prácticas y una prueba final, realizada en el laboratorio por el profesor de prácticas, sobre el trabajo desarrollado por cada uno de los miembros del grupo de trabajo. **Es necesario realizar y aprobar las prácticas para aprobar la asignatura. Estas tienen un peso en la nota final de la asignatura del 40%.**

En caso de no seguir o no superar el proceso de evaluación anterior en alguno de sus elementos, **se puede superar la parte teórica de la asignatura en el examen final. En el caso de que este examen incluya 2 partes diferenciadas, es necesario obtener más de 4.5 puntos en cada una de las partes.**

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Hernando Rábanos, J.M, y otros. Transmisión por radio (7ª Edición). Editorial Universitaria Ramón Areces, 2013	Bibliografía	
MARAL, Gerard Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 5th Edition. Edit: John Wiley 2009	Bibliografía	

Hernando Rábanos, JM. Comunicaciones móviles (3ª Ed.). Editorial Universitaria Ramón Areces, 2015	Bibliografía	
UIT-R. Radiocomunicación. Manuales, Recomendaciones.	Bibliografía	<a href="http://www.itu.int/pub/R-REC/es">http://www.itu.int/pub/R-REC/es</a>
ETSI. European Telecommunications Standards.	Bibliografía	<a href="http://www.etsi.org/standards">http://www.etsi.org/standards</a>  
Plataforma Teleenseñanza Moodle	Recursos web	- Presentaciones de la asignatura  - Ejercicios resueltos y problemas propuestos.  - Herramientas (hojas de cálculo, software),  - otros materiales, actividades y enlaces<br </>
3 puestos de laboratorio de Sistemas de Radiocomunicación	Equipamiento	- Fuente de alimentación  - Generador de señales digitales  - Generador de RF,   - Osciloscopio   - Analizador de espectros  - Otro equipamiento adicional  
6 puestos con ordenador y software específico	Equipamiento	Matlab y Software para análisis y cálculo de sistemas de Radiocomunicación
Docencia Remota	Otros	En caso de docencia remota o bimodal debido a los requisitos sanitarios la docencia se podrá efectuar en remoto por medio de Teams u otra plataforma que decida el profesor de teoría o laboratorio

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Métodos de Enseñanza empleados.

Se utilizará una metodología mixta para la parte teórica de la asignatura que incluye clases expositivas de los contenidos y la resolución de ejercicios y problemas, junto con la resolución de ejercicios por parte de los alumnos, tanto de forma individual como en grupo. La asignatura está programada para impartirse presencialmente, si por algún motivo no es posible se impartirá mediante tele-enseñanza. Si es necesario recurrir a la tele-enseñanza se utilizará la plataforma Teams (y/o la que se recomiende por las autoridades académicas) tanto para teoría como para laboratorio en el mismo horario que el asignado a la asignatura. En las clases teóricas que se tengan que impartir usando tele-enseñanza se intentará impartir los mismos contenidos (dentro de lo posible) que en las clases presenciales correspondientes. La docencia se impartirá en forma presencial si lo permiten las autoridades sanitarias y docentes. En caso de restricciones especiales o confinamiento la docencia se impartirá por medio de las herramientas que el profesor de teoría y laboratorio decidan. Para la realización de prácticas de laboratorio se utilizará un método de aprendizaje cooperativo, mediante grupos de alumnos que deberán realizar las prácticas y entregar una memoria del proceso, diseño, medidas y resultados obtenidos. Se realizará una prueba final de valoración del trabajo individual realizado en las prácticas. Las prácticas podrán ser por tanto modificadas para conservar las competencias y poder cumplir con las normativas que el citado periodo se hayan dictado.

Las tutorías se realizarán presencialmente en los horarios que se indicarán para ello. En caso de tele-enseñanza las tutorías se realizarán exclusivamente mediante la plataforma Teams (y/o la que se recomiende por las autoridades académicas) en los horarios de tutoría. En ningún caso se atenderán tutorías mediante correo electrónico.

En caso de que la tele-enseñanza tenga que realizarse utilizando los medios privados de los profesores estos no se pueden hacer responsables de su correcto funcionamiento (conexión a internet, ordenadores, cámaras, ...). De la misma forma, los profesores no son responsables del correcto funcionamiento de los equipos y aplicaciones utilizadas para el seguimiento de la asignatura por parte de los alumnos.

Las actividades indicadas en el cronograma son solo MERAMENTE ORIENTATIVAS, y están sujetas a modificaciones importantes en función del calendario laboral y académico y el desarrollo y dinámica de las clases tanto de teoría como de laboratorio.



Mediante sólo prueba final solamente es posible la evaluación de la parte teórica de la asignatura y no las prácticas de laboratorio.