



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

**595000335 - Antenas Y Cem**

### PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicación

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000335 - Antenas y Cem
<b>No de créditos</b>	4.5 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 Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación
<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>
Angel Parra Cerrada	D8417	angel.parra@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura

Jose Luis Jimenez Martin	D8206	jose Luis.jimenez@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura
Ignacio Gomez Revuelto (Coordinador/a)	D8413	ignacio.gomezr@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la Web del Centro y en la plataforma Moodle de la asignatura
Vicente Gonzalez Posadas	D8206	vicente.gonzalez@upm.es	Sin horario. 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

- Señales Y Sistemas
- Propagacion De Ondas
- Transmision Y Propagacion De Ondas

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

- Polarización de ondas electromagnéticas. Propagación en guías de onda.
- Sistemas de coordenadas esféricas y representación en polares

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE SC03 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

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 TEL03 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CE TEL09 - Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.

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

RA227 - Analizar y diseñar los principales tipos de antenas (arrays, bocinas, reflectores)

RA226 - Identificar los principios de funcionamiento de las antenas y distinguir los principales parámetros que describen a las antenas

RA229 - Aplicar las normativas de compatibilidad electromagnética (CEM) llevando a cabo los procedimientos de medida indicados.

RA221 - Identificar y caracterizar los parámetros de las antenas en transmisión y recepción

RA228 - Medir los principales parámetros de una antena

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Estudio de los sistemas radiantes (antenas) utilizadas por los diferentes servicios de radiocomunicación, tanto en lo referente al análisis como al diseño. Se hará especial énfasis en el estudio de los principales parámetros que caracterizan una antena desde el punto de vista de elemento de un sistema de radiocomunicación. También se incluirá el estudio de la problemática asociada a la medida de antenas y se finalizará con algunas nociones básicas sobre compatibilidad electromagnética (CEM).

**Palabras clave (Keywords):** Antenas, Polarización, Directividad / Ganancia, PIRE, Dipolo, Array, Apertura.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. PARÁMETROS GENERALES DE LAS ANTENAS
2. ANTENAS LINEALES
3. AGRUPACIONES DE ANTENAS
4. ANTENAS DE APERTURA
5. MEDIDAS DE ANTENAS
6. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA
7. Práctica 1. Análisis de antenas lineales
8. Práctica 2. Análisis y diseño de una agrupación de antenas y de una antena Yagi
9. Práctica 3. Análisis y diseño de antenas de una antena impresa
10. Práctica 4. Análisis y diseño de antenas de Apertura

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
2	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
3	<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
4	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 1: Análisis de antenas lineales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica 1: Análisis de antenas lineales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
5	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 1: Análisis de antenas lineales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 1: Análisis de antenas lineales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
6	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Examen Parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>



7	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Entrega de memoria de la práctica 1</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
8	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 2: Análisis de Arrays y Yagi</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica 2: Análisis de Arrays y Yagi</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2: Análisis de Arrays y Yagi</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 2: Análisis de Arrays y Yagi</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
10	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica 3. Antena Impresa</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Practica 3. Antena Impresa</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Entrega de memoria de la práctica 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
11	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Practica 4. Antenas de Apertura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Practica 4. Antenas de Apertura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
12	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Practica 4. Antenas de Apertura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Practica 4. Antenas de Apertura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Entrega de memoria de la práctica 3</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
13	<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

14	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Entrega de memoria de la práctica 4</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
15				
16				
17				<b>Evaluación final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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
6	Examen Parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	4.5 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 09 CG 10 CG 13
7	Entrega de memoria de la práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC05 CE TEL09 CG 04 CG 10
10	Entrega de memoria de la práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC05 CE TEL09 CG 04 CG 10
12	Entrega de memoria de la práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	6%	4 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 13
13	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	4.5 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 09 CG 13

14	Entrega de memoria de la práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC03 CE SC04 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 04 CG 13
----	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------	-------	----	--------	--

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Entrega de memoria de la práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC05 CE TEL09 CG 04 CG 10
10	Entrega de memoria de la práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC05 CE TEL09 CG 04 CG 10
12	Entrega de memoria de la práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	6%	4 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 13
14	Entrega de memoria de la práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	8%	4 / 10	CE SC03 CE SC04 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 04 CG 13
17	Evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	5 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 09 CG 10 CG 13

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen escrito donde puede coexistir la resolución del problemas, la realización de prueba objetiva y las preguntas teóricas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	5 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 09 CG 10 CG 13
Entrega de memorias de prácticas 1, 2, 3 y 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	30%	5 / 10	CE SC03 CE SC04 CE SC05 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL09 CG 02 CG 04 CG 10 CG 13

## 7.2. Criterios de evaluación

Evaluación continua:

Habrán dos evaluaciones parciales (aproximadamente en las semanas 6 y 15), que consistirán en la realización de un examen escrito compuesto por preguntas sobre los contenidos de la asignatura y la resolución de problemas. Para poder aprobar la asignatura es necesario obtener una puntuación igual o superior a 4.5 en ambas pruebas. La primera prueba representa el 30% de la puntuación total de la asignatura y la segunda el 40%.

Las prácticas deben realizarse de forma obligatoria y es necesario aprobarlas para poder aprobar la asignatura. El peso de las prácticas en la nota final de la asignatura es del 30%.

Para aprobar la asignatura es necesario que la nota total de la asignatura sea superior o igual a 5

Únicamente se pueden liberar las prácticas para las siguientes convocatorias.

Evaluación mediante prueba final:

Se realizará un examen compuesto por preguntas sobre los contenidos de la asignatura y la resolución de problemas. Para poder aprobar la asignatura es necesario obtener una puntuación igual o superior a 5.0. La prueba representa el 70% de la puntuación total de la asignatura.

Las prácticas deben realizarse de forma obligatoria y es necesario aprobarlas para poder aprobar la asignatura. El peso de las prácticas en la nota final de la asignatura es del 30%.

Para aprobar la asignatura es necesario obtener que la nota total de la asignatura sea superior o igual a 5

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Antenas. A. Cardama y Otros. Ediciones UPC	Bibliografía	
Antenna Theory: Analysis and Design. C.A. Balanis. Wiley	Bibliografía	
Antenna Theory and Design. W.L. Stutzmann. Wiley	Bibliografía	
Antenna Theory and Design. Elliot. Prentice-Hall	Bibliografía	
Antennas. J.D. Kraus. McGraw-Hill	Bibliografía	
Antenna Theory. R. E. Collin y F. J. Zucker. McGraw Hill.	Bibliografía	
Modern Antenna Design. T. Milligan. McGraw Hill	Bibliografía	
Plataforma de teleenseñanza Moodle	Recursos web	- Presentaciones de la asignatura - Ejercicios resueltos y problemas propuestos - Otros materiales, actividades, etc.
Laboratorio de antenas	Equipamiento	- Diversos tipos de antenas - Analizador de redes
10 puestos con ordenador y software específico	Equipamiento	MATLAB y software para el análisis de antenas

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

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. En las clases de laboratorio mediante tele-enseñanza se utilizará la versión gratuita para estudiantes del programa FEKO que los alumnos deberán bajar de ALTAIR y se ejecuta bajo el sistema operativo Windows 10.

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.