



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

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

95000035 - Radiacion Y Propagacion

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000035 - Radiacion y Propagacion
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Luis Masa Campos (Coordinador/a)	C-419	joseluis.masa@upm.es	Sin horario. Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Manuel Sierra Castañer	C-410	manuel.sierra@upm.es	Sin horario. Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.

Pablo Sanchez Olivares	C-416	pablo.sanchezo@upm.es	Sin horario. Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Ramon Martinez Rodriguez-Osorio	C-411	ramon.martinez@upm.es	Sin horario. Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.

* 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

- Electromagnetismo
- Campos Y Ondas En Telecomunicacion
- Analisis Y DiseÑo De Circuitos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CECT1 - 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

CECT2 - Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

CECT3 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica

CECT4 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones

CECT5 - Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital

CECT8 - Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG12 - Organización y planificación

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender

estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

4.2. Resultados del aprendizaje

RA532 - Conocimiento de los principales tipos de antenas, sus especificaciones básicas y sus funciones.

RA533 - Comprensión del fenómeno electromagnético de radiación

RA531 - Conocimiento de los parámetros fundamentales de antenas y propicio de unas, y su integración en sistemas de comunicaciones.

RA534 - Comprensión de los Modelos físicos de propagación de ondas

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pretende dar una visión básica y general del fenómeno de radiación electromagnética, definiendo por una parte los parámetros básicos que se utilizan para especificar dicha radiación y presentando por otra los tipos de antenas más comúnmente utilizados. Se introducen también los modelos físicos de propagación de las ondas electromagnéticas en los distintos entornos en que tiene lugar la comunicación por ondas de radio.

5.2. Temario de la asignatura

1. Definición y Fundamentos de Antena
 - 1.1. Introducción y definición de antena
 - 1.2. Tipos de antenas y bandas de frecuencia de radio
 - 1.3. Fundamentos de radiación y propagación
 - 1.4. Distribución de corriente y teorema de Poynting
 - 1.5. Radiación de un elemento de corriente
 - 1.6. Campos radiados por una antena: condición de campo lejano
2. Parámetros básicos de transmisión y recepción
 - 2.1. La antena como elemento circuital: parámetros de impedancia
 - 2.2. Diagramas de radiación de una antena
 - 2.3. Intensidad de radiación. Directividad y ganancia de una antena
 - 2.4. Polarización de una antena
 - 2.5. Ancho de banda
 - 2.6. La antena en recepción
 - 2.7. Fórmula de Friis: propagación en espacio libre
 - 2.8. Ruido captado por una antena
3. Propagación de ondas en medio natural
 - 3.1. Influencia del medio en la propagación
 - 3.2. Propagación por onda de superficie y ionosférica
 - 3.3. Propagación por onda de espacio: efectos del suelo y la troposfera
 - 3.4. Propagación en entornos complejos: rurales, suburbanos, urbanos e interiores
4. Introducción a las antenas
 - 4.1. Introducción a antenas lineales y resonantes
 - 4.1.1. Dipolo
 - 4.1.2. Monopolo
 - 4.1.3. Dipolo sobre plano de masa
 - 4.1.4. Antena de parche

4.1.5. Antena Yagi-Uda

4.1.6. Antena de hélice

4.2. Introducción a antenas de apertura

4.2.1. Antena de bocina

4.2.2. Antena reflectora

4.3. Introducción a arrays de antenas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1: Definición, tipos de antenas y bandas de frecuencia Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1: Radiación de una antena. Fundamentos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 1: Campos radiados por un elemento de corriente Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 1. Fundamentos de radiación Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Problema 1: Fundamentos de radiación Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Problema 1: Fundamentos de radiación TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
3	<p>Tema 1: Campos radiados por una antena. Condición de campo lejano Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 1. Radiación elemento de corriente y campo lejano Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Problema 2: Radiación de elemento de corriente y campo lejano Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Problema 2: Radiación de elemento de corriente y campo lejano TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
4	<p>Tema 2: La antena como elemento circuital: parámetros de impedancia. Diagramas de radiación: Tipos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 2: Parámetros de antenas y diagramas radiación Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

5	<p>Tema 2: Intensidad de radiación. Directividad y ganancia de una antena. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 2: Directividad y ganancia de una antena Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Problema 3: Parámetros de radiación: adaptación, diagrama, ganancia y directividad Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 2: Polarización y ancho de banda de una antena Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 2: Polarización de una antena Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Problema 3: Parámetros de radiación: adaptación, diagrama, ganancia y directividad TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
7	<p>Tema 2: La antena en recepción. Propagación en espacio libre. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2: Ruido de antena. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Clase de problemas Tema 2: La antena en recepción Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Problema 4: Polarización. La antena en recepción Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Problema 4: Polarización. La antena en recepción TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
9	<p>Clase de problemas Tema 2: Propagación en espacio libre y ruido Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Problema 5: Propagación en espacio libre y ruido Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3: Mecanismos de propagación. Propagación por onda de superficie. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 3: Propagación por onda de superficie Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Problema 5: Propagación en espacio libre y ruido TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>

	<p>Tema 3: Introducción a la propagación por onda ionosférica. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p>Clase de problemas Tema 3: Propagación por onda ionosférica Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Problema 6: Mecanismos de propagación. Onda de superficie e ionosférica Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3: Propagación por onda de espacio. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 6: Mecanismos de propagación. Onda de superficie e ionosférica TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
12	<p>Tema 3: Propagación por onda de espacio e introducción a entornos complejos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas Tema 3: Propagación por onda de espacio Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Problema 7: Mecanismos de propagación. Onda de espacio y entornos complejos Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 4: Introducción a Antenas lineales. Antena tipo dipolo, monopolo, dipolo sobre plano de masa y parche impreso. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 7: Mecanismos de propagación. Onda de espacio y entornos complejos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
14	<p>Tema 4: Acoplos mutuos, antenas Yagi-Uda y antenas de hélice. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4: Introducción a las antenas de apertura. Bocinas. Reflectores. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4: Introducción a arrays de antenas. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problema 8: Introducción a las antenas Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Problema 8: Introducción a las antenas. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>

15				
16				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 03:00
17				

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Problema 1: Fundamentos de radiación	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG3 CG5 CG1 CG2
3	Problema 2: Radiación de elemento de corriente y campo lejano	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
6	Problema 3: Parámetros de radiación: adaptación, diagrama, ganancia y directividad	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
8	Problema 4: Polarización. La antena en recepción	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
10	Problema 5: Propagación en espacio libre y ruido	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
11	Problema 6: Mecanismos de propagación. Onda de superficie e ionosférica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
13	Problema 7: Mecanismos de propagación. Onda de espacio y entornos complejos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5
14	Problema 8: Introducción a las antenas.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	3.13%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5

16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	5 / 10	CECT1 CG9 CG12 CECT2 CECT3 CECT4 CECT5 CECT8 CG1 CG2 CG3 CG5
----	--------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	---

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	5 / 10	CECT1 CG9 CG12 CECT2 CECT3 CECT4 CECT5 CECT8 CG1 CG2 CG3 CG5

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG9 CG12 CECT1 CECT2 CECT3 CECT4 CECT5 CECT8

progresiva desarrolladas a lo largo del curso. El examen extraordinario consistirá en una prueba escrita con problemas y preguntas teóricas, donde se evaluarán las competencias de la evaluación progresiva.

De esta forma, la calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo: 100% Examen extraordinario

NOTA: Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de AI.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Plataforma moodle	Recursos web	Moodle de Radiación y Propagación.
Videos	Recursos web	Videos cortos con las sesiones teóricas resumidas y locutadas por los profesores (disponible en moodle)
Radiación y Propagación	Bibliografía	Apuntes de "Radiación y Propagación". Manuel Sierra Castañer. J.L. Besada Sanmartín, L. De Haro Ariet. Julio 2004. ETSI Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid.
Antenas	Bibliografía	"Antenas". Ángel Cardama, Lluís Jofre, Juan Manuel Rius, Jordi Romeu, Sebastián Blanch Edicions UPC 1993, 1998 y 2002.
Antennas for all applications	Bibliografía	"Antennas. For All Applications". J. D. Kraus. R. J. Marhefka. McGraw Hill. 3rd edition. 2002
Radio Wave Propagation	Bibliografía	"Radio Wave Propagation". J. Griffiths. Prentice Hall Int. 1987
Antenna Theory. Analysis and Design	Bibliografía	"Antenna Theory. Analysis and Design". Constatine Balanis John Wiley & Sons 1982 y 1997

Antenna Theory and Design	Bibliografía	"Antenna Theory and Design". W.L. Stutzman Wiley. 1981 y 2001
Antennas and Radiowave Propagation	Bibliografía	"Antennas and Radiowave Propagation". Robert E. Collin Mc Graw-Hill. 1985

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura es de carácter técnico. La adaptación a la situación del COVID-19 se realizó proponiendo la grabación de una serie de videos cortos que, junto al apoyo del libro, sirvieran para comprender la parte teórica de la asignatura. Por tanto, los estudiantes disponen de vídeos cortos grabados por los profesores que complementan las clases teóricas presenciales.

El profesor impartirá la clase en el aula. Cada grupo recibirá 2h de clase semanales en formato presencial. En líneas generales, se pretende que todas las semanas se dedique 1h a clase magistral y 1h a resolución de ejercicio de ejemplo en pizarra o resolución de problemas en grupo para afianzar los conceptos vistos en teoría.

Se plantea un caso de estudio desarrollado inicialmente en 8 problemas (aunque puede oscilar entre 7 y 9, según el criterio del profesor de cada grupo), y que serán trabajados en clase en grupos (generalmente en parejas). Estos ejercicios pretenden contribuir a los ODS, en particular y principalmente, a los objetivos 9 (construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación) y el objetivo 17, que impulsa alianzas para el desarrollo.

Dentro de estos objetivos, las metas que se tratan en profundidad son:

9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.

9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica industrial.

9.c Aumentar el acceso a las TIC y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados.

17.7 Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables.

17.8 Poner en pleno funcionamiento el banco de tecnología y el mecanismo de apoyo a la creación de capacidad para los países menos adelantados y aumentar la utilización de las TIC.