



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

95000043 - Antenas

PLAN DE ESTUDIOS

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

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	15
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000043 - Antenas
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Manuel Fernandez Gonzalez (Coordinador/a)	C-416	josemanuel.fernandez.gonzalez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Adrian Tamayo Dominguez	C-418	a.tamayo@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

Pablo Sanchez Olivares	C-416	pablo.sanchezo@upm.es	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.

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Garcia Martinez, Sergio	s.garciam@upm.es	Fernandez Gonzalez, Jose Manuel

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Analisis Vectorial
- Electromagnetismo
- Campos Y Ondas En Telecomunicacion
- Radiacion Y Propagacion
- Electronica De Comunicaciones

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Programación en Matlab

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-ST3 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas

CE-ST5 - 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

CG10 - Creatividad

CG11 - Liderazgo de equipos

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

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA457 - Estudiar los diferentes tipos de antenas, sus principales cualidades y limitaciones.

RA66 - Conocimientos para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos

RA456 - Adquirir los conocimientos sobre los parámetros básicos de una antena de forma que se pueda especificar la antena en el contexto de un sistema de comunicaciones.

RA459 - Establecer las propiedades de un enlace entre antenas y sus parámetros para la evaluación de un sistema de radiocomunicaciones.

RA671 - Conocer y trabajar con herramientas comerciales de software de análisis y diseño de antenas

RA460 - Determinar las dimensiones y materiales más importantes en la caracterización de una antena dentro de un sistema de radiocomunicaciones.

RA458 - Conocer los modelos electromagnéticos básicos que permiten analizar los diferentes tipos de antenas.

RA65 - Conocimientos para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Suponemos que todos los alumnos tienen conocimientos propios de la asignatura de Radiación y Propagación del tercer curso referentes a los mecanismos de radiación, especificación de antenas y cálculo de un enlace. Estos temas son obligatorios en el primer ejercicio del curso, por lo que se inicia el curso con dos horas de ejercicios sobre estos temas a modo de recordatorio.

El temario que se imparte en la parte teórica de la asignatura permite profundizar en algunos temas más específicos de análisis y diseño de antenas, como son el uso de herramientas comerciales de análisis y diseño de antenas. Dentro de cada tema se incluyen apartados que pueden comprender una o varias presentaciones teóricas acompañados de ejercicios, descripciones de algún ejemplo práctico o presentación de estructuras reales de antenas en algún sistema concreto.

Dada la variedad de modelos de antenas y aplicaciones es difícil abarcar todo el campo de diseño, pero se

plantean los modelos más habituales y las tendencias actuales en el diseño.

5.2. Temario de la asignatura

1. Parámetros básicos de antena
2. Antenas lineales y resonantes
3. Antenas de banda ancha
4. Antenas de apertura: Bocinas
5. Antenas reflectoras
6. Agrupaciones de antenas.
7. Medida de antenas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación de la asignatura, Presentación de los laboratorios de curso Duración: 00:45 OT: Otras actividades formativas</p> <p>Tema 1. Repaso de parámetros básicos de una antena: Ejercicios/Problemas Duración: 02:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Tema 2. Antenas lineales y resonantes: Dipolos y monopolos Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Antenas lineales y resonantes: Yagis, hélices Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Ejercicios/Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Tema 2. Antenas lineales y resonantes: antenas impresas Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Ejercicios/Problemas Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Introducción al modelado de antenas con software electromagnético: Tutorial Getting started con CST Studio Suite Duración: 00:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Práctica 1 Duración: 00:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
4		<p>Práctica 2 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria de la Práctica 1 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p>
5	<p>Tema 3. Antenas de banda ancha e independientes de la frecuencia Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Antenas de aperturas: Principios de Equivalencia, Aperturas rectangulares y circulares Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

6	Tema 4. Antenas de aperturas: Bocinas Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Memoria de la Práctica 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
7	Tema 4. Ejercicios/Problemas Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Práctica 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	Tema 5. Antenas reflectoras: modelo de óptica geométrica, reflector parabólico centrado, offset, doble reflector Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 5. Ejercicios/Problemas Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Práctica 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	Tema 6. Agrupaciones de antenas lineales y planas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 6. Ejercicios/Problemas Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Práctica 4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Memoria de la Práctica 3 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
12		Práctica 4 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		Práctica 4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Práctica 4: Medidas + Visita cámara anecoica de la E.T.S.I. Telecomunicación Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	Ejercicios/Problemas examen repaso Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Memoria de la Práctica 4 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
15				
16				
17				Examen final. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00 Examen final. 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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Memoria de la Práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG7 CG8 CE-ST3 CE-ST5 CG9 CG12
6	Memoria de la Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
11	Memoria de la Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
14	Memoria de la Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
17	Examen final.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	4 / 10	CG7 CG11 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5 CG2 CG4 CG5 CG3

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Memoria de la Práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG7 CG8 CE-ST3 CE-ST5 CG9 CG12
6	Memoria de la Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
11	Memoria de la Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
14	Memoria de la Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
17	Examen final.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	4 / 10	CG11 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5 CG2 CG4 CG5 CG7 CG3

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	4 / 10	CE-ST3 CE-ST5 CG2 CG4 CG5 CG3
Memoria de la Práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5 CG7 CG9
Memoria de la Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
Memoria de la Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5
Memoria de la Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CG7 CG9 CG12 CG8 CE-ST3 CE-ST5

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.) y se realizarán en las fechas y horas de evaluación aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

Convocatoria ordinaria - Modalidad de evaluación progresiva:

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

- 50% Prácticas de laboratorio (PL), que es una **actividad obligatoria no recuperable**.
- 50% Examen final (EF) con nota mínima de 4/10.

La nota final de la asignatura se calculará como $0.5 \cdot PL + 0.5 \cdot EF$.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en el que es necesario la instrumentación especializada y de memorias dedicadas, no se entregarán las soluciones de la prácticas de laboratorio en ningún caso. Cualquier entrega realizada de las prácticas de laboratorio podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de inteligencia artificial.

El examen final asociado a cada uno de los temarios exigidos a lo largo del curso, formada por problemas y preguntas de teoría.

La evaluación de los laboratorios se realizará mediante evaluación de la memoria aportada en cada práctica y la evaluación vía Moodle de los compañeros de un mismo grupo de laboratorio (La evaluación de los compañeros de un mismo grupo de laboratorio es OBLIGATORIA. El alumno que no realice la evaluación de sus compañeros vía Moodle tendrá un cero en la evaluación). Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- La aproximación a sistemas reales en funcionamiento o en proyecto.
- Las propuestas de especificaciones y de diseño de las antenas.
- Conocer y trabajar con software comercial de análisis de antenas: Matlab y CST Studio Suite.
- La viabilidad de los diseños de las antenas.

- Los resultados de análisis y su aproximación a situaciones reales.
- La bibliografía consultada.
- La capacidad de trabajar en grupo, aportar iniciativas y resolver problemas de distribución y unificación de trabajos.

Los alumnos de evaluación progresiva que no hayan superado la nota media de 4/10 en el examen final, su calificación final por evaluación progresiva será directamente la nota del examen final sin tener en cuenta la nota del laboratorio.

Convocatoria ordinaria - Modalidad de evaluación global:

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

- 50% Prácticas de laboratorio (PL), que es una **actividad obligatoria no recuperable**.
- 50% Examen final (EF) con nota mínima de 4/10.

La realización de las prácticas de laboratorio es una actividad obligatoria no recuperable, por lo que la calificación se calculará como $0.5*PL+0.5*EF$.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en el que es necesario la instrumentación especializada y de memorias dedicadas, no se entregarán las soluciones de la prácticas de laboratorio en ningún caso. Cualquier entrega realizada de las prácticas de laboratorio podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de inteligencia artificial.

Convocatoria extraordinaria:

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

- 50% Prácticas de laboratorio (PL), que es una **actividad obligatoria no recuperable**.
- 50% Examen final (EF) con nota mínima de 4/10.

La realización de las prácticas de laboratorio es una actividad obligatoria no recuperable, por lo que la calificación se calculará como $0.5*PL+0.5*EF$.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en el que es necesario la instrumentación

especializada y de memorias dedicadas, no se entregarán las soluciones de la prácticas de laboratorio en ningún caso. Cualquier entrega realizada de las prácticas de laboratorio podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de inteligencia artificial.

Información sobre las Prácticas de Laboratorio:

- Las competencias adquiridas en las sesiones de prácticas de laboratorio en cuanto a manejo de software comercial de análisis, fabricación y medida de antenas no podrán ser adquiridas mediante otro tipo de metodología. Por este motivo, la realización de todas las prácticas de laboratorio es condición necesaria para aprobar la asignatura. Es decir las prácticas de laboratorio son actividades obligatorias no recuperables.
- La realización de las prácticas de laboratorio se verificará a través de la asistencias al laboratorio y la entrega de las memorias correspondientes. Es imprescindible la asistencia a todas las sesiones de laboratorio y la entrega de todas las memorias de prácticas para superar el laboratorio. Los estudiantes que no realicen la totalidad de las prácticas obtendrán una calificación de NP (no presentado) en la asignatura.
- Al ser **actividades obligatorias no recuperables**, las prácticas solo pueden realizarse durante el periodo de docencia ordinaria, de forma presencial en el laboratorio y en las semanas previstas en el calendario de prácticas. No se contempla la posibilidad de realizar las prácticas de forma telemática.
- Las prácticas no serán recuperables debido a la instrumentación, fabricación y medida necesarias para la realización de las prácticas, la necesidad de disponibilidad de los laboratorios, así como el carácter obligatorio de las prácticas, entre otros motivos tanto logísticos como académicos.
- Los laboratorios se realizarán en grupos de 2 o 3 personas. Los profesores elegirán los grupos de forma aleatoria.
- Las memorias se entregarán en grupo, así como todos los ficheros de simulación y medida desarrollados y derivados de la práctica.
- La calificación final de prácticas de los miembros de un mismo grupo podrá verse modificada por el proceso de evaluación cruzada.
- La nota obtenida en el laboratorio se usará en las convocatorias ordinaria y extraordinaria.
- Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en el que es necesario la instrumentación especializada y de memorias dedicadas, no se entregarán las soluciones de la prácticas de laboratorio en ningún caso. Cualquier entrega realizada de las prácticas de laboratorio podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de inteligencia artificial.

En ningún caso, la nota del examen final y las prácticas de laboratorio podrán trasladarse a la calificación de años

sucesivos, cerrando un ciclo con la evaluación extraordinaria.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Antenas-Cardama	Bibliografía	Libro de Angel Cardama publicado por Ediciones UPC en 1998
Antenna theory analysis and design-Balanis	Bibliografía	Libro de Constantine Balanis publicado por John Wiley 1997
Antenna Handbook-Lo	Bibliografía	Libro de Yuen Lo publicado en 4 tomos por Van Nostrand Reinhold en 1993
Transparencias de antenas	Recursos web	Presentaciones de clase y proyectos
Videos MOOC de Antenas	Recursos web	Videos MOOC (Massive Open Online Courses) de Antenas disponibles en la página web del Grupo de Radiación (http://www.gr.ssr.upm.es/index.php/es/) tanto en español como en inglés.
Videos del temario de Antenas del GITST	Recursos web	https://www.youtube.com/playlist?list=PL8bSwVy8_IcPzLTEZPbSAQr4OnAHf4VNs

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Se suministrará a los estudiantes copia en versión de evaluación temporal o en versión estudiantil de varias aplicaciones de software comercial que permitan el diseño y análisis de antenas.

Se recomienda a los alumnos la descarga de algunas aplicaciones de software disponibles en el repositorio de UPM y en particular la de Matlab.

Esta asignatura puede contribuir a aumentar la concienciación y la formación de nuestros alumnos en relación a la Agenda 2030 de Naciones Unidas y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En algunos problemas se mostrará cómo diversas herramientas matemáticas y electromagnéticas se emplean en el modelado de las antenas, que permitirán a los alumnos familiarizarse con las antenas para las comunicaciones.

En términos más generales, los conceptos aplicados se emplean de forma exhaustiva en ingeniería y, en particular, incidirá en todo lo relativo a las infraestructuras de telecomunicaciones (ODS 9). La asignatura ayudará también a los subobjetivos 4.4: Aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento; y 4.7: Asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.

Las tutorías se realizarán según la normativa vigente. Los alumnos concertarán con el profesor fecha y lugar para la tutoría.