



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

2022/23 - 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.....	10
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

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	Inglés/Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Luis Fernandez Jambrina	C-419	j.fdez.jambrina@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.

Belen Galocha Iraguen	C-410	belen.galocha@upm.es	Sin horario. Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Pablo Sanchez Olivares (Coordinador/a)	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

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

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.

This course aims to give a basic and general vision of the phenomenon of electromagnetic radiation, defining on the one hand the basic parameters that are used to specify said radiation and presenting on the other hand the most widely used types of antennas. Physical models of electromagnetic wave propagation in the different environments where radio wave communication takes place are also introduced.

5.2. Temario de la asignatura

1. Definición y Fundamentos de Antena / Antenna Definition and Fundamentals
 - 1.1. Introducción y definición de antena / Introduction and Antenna definition
 - 1.2. Tipos de antenas y bandas de frecuencia de radio / Antenna types and radio frequency bands
 - 1.3. Fundamentos de radiación y propagación / Fundamentals of Radiation and Propagation of Electromagnetic Waves
 - 1.4. Distribución de corriente y teorema de Poynting / Current Distribution and Poynting Theorem
 - 1.5. Potenciales retardados / Scalar and Vector Potentials
 - 1.6. Radiación de un elemento de corriente / Radiation of the current element
 - 1.7. Campos radiados por una antena: condición de campo lejano / Electromagnetic fields radiated by the antenna: far field condition.
2. Parámetros básicos de transmisión y recepción / Transmission and Reception parameters
 - 2.1. La antena como elemento circuital: parámetros de impedancia / Antenna as a circuit: antenna impedance
 - 2.2. Diagramas de radiación de una antena / Antenna radiation patterns
 - 2.3. Intensidad de radiación. Directividad y ganancia de una antena / Radiation intensity. Antenna directivity and gain.
 - 2.4. Polarización de una antena / Antenna polarization.
 - 2.5. Ancho de banda / Antenna bandwidth
 - 2.6. La antena en recepción / Antenna in reception.
 - 2.7. Fórmula de Friis: propagación en espacio libre / Free space propagation formula.
 - 2.8. Ruido captado por una antena / Antenna noise
3. Propagación de ondas en medio natural / Radio Wave propagation.
 - 3.1. Influencia del medio en la propagación / Influence of the environment in radio wave propagation
 - 3.2. Propagación por onda de superficie y ionosférica / Surface and Ionospheric Waves
 - 3.3. Propagación por onda de espacio: efectos del suelo y la troposfera / Space wave: tropospheric and ground effect.
 - 3.4. Propagación en entornos complejos: rurales, suburbanos, urbanos e interiores / Complex environments: rural, suburban, urban and indoor.
4. Introducción a antenas lineales y antenas de apertura / Introduction to linear and aperture antennas.

- 4.1. Dipolos eléctricos / Electrical dipoles
- 4.2. Balunes / Bal-un
- 4.3. El monopolo sobre un plano conductor / Monopole on a ground plane
- 4.4. Dipolos paralelos a un plano conductor / Dipoles parallel over a ground plane
- 4.5. Otros tipos de antenas de hilo: cuadros, hélices y rómbicas / Loops, helix, and other wire antennas.
- 4.6. Antenas Yagi / Yagi Antennas
- 4.7. Campo radiado por una apertura / Field radiated by an aperture
- 4.8. Introducción a antenas de bocina / Introduction to horn antennas
- 4.9. Introducción a antenas reflectoras / Introduction to reflector antennas
- 4.10. Introducción a arrays de antenas / Introduction to array antennas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1: Introducción a las antenas. Radiación de un elemento de corriente. Lesson 1: Introduction to antennas. Radiation of the current element Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 1: Campo eléctrico y densidad de potencia. Problem 1: Electric field and power density TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
2	<p>Tema 1: Radiación de una antena. Condición de campo lejano. Lesson 1: Radiation of an antenna. Far field condition Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 2: Radiación de una antena. Problem 2: Antenna Radiation TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
3	<p>Tema 2: La antena como elemento circuital: parámetros de impedancia. Lesson 2: Antenna as a circuit: impedance parameters Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 3: Impedancia de antena. Diagrama de radiación. Problem 3: Antenna impedance. Radiation Pattern. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
4	<p>Tema 2: Intensidad de radiación. Directividad y ganancia de una antena. Lesson 2: Radiation intensity. Antenna directivity and gain. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 4: Parámetros de transmisión de antenas. Problem 4: Antenna parameters in transmission TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
5	<p>Tema 2: La antena en recepción. Propagación en espacio libre. Lesson 2: Antenna in reception. Free space propagation. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 5: Propagación en espacio libre. Problem 5: Free space propagation. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
6	<p>Tema 2: Ruido de antena. Lesson 2: Antenna noise. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 6: Fórmula de Friis, ruido y atenuación Problem 6: Friis Formula, noise and attenuation TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
7	<p>Tema 3: Mecanismos de propagación. Propagación por onda de superficie. Lesson 3: Radio wave propagation. Surface wave propagation. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Problema 7: Propagación por onda de superficie. Problem 7: Surface wave propagation. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p>Ejercicio de evaluación continua ET: Técnica del tipo Prueba Telemática</p>

				Evaluación continua No presencial Duración: 08:00
8	Tema 3: Introducción a la propagación por onda ionosférica. Lesson 3: Introduction to ionospheric propagation. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 8: Propagación por onda ionosférica. Problem 8: ionospheric wave propagation. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
9	Tema 3: Propagación por onda de espacio. Introducción a la propagación en entornos complejos. Lesson 3: Tropospheric wave propagation. Introduction to complex environment propagation. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 9: Propagación por onda de espacio. Problem 9: Tropospheric propagation. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
10	Tema 4: Introducción a Antenas lineales. Antena tipo dipolo y monopolo. Lesson 4: Introduction to linear antennas. Dipole and monopole antenna. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 10: Antenas lineales Problem 10: Linear antennas TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
11	Tema 4: Acoplos entre antenas y antenas Yagi. Otras antenas lineales. Lesson 4: Antenna coupling and Yagi-Uda antennas. Other linear antennas. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 11: Antenas Yagi Problem 11: Yagi Antennas TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
12	Tema 4: Campo radiado por una apertura. Bocinas. Reflectores. Lesson 4: Radiated field by an aperture. Horns. Reflectors. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 12: Antenas de apertura. Problem 12: Aperture antennas TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
13	Tema 4: Agrupaciones de antenas. Lesson 4: Array antennas. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Problema 13: Arrays de antenas Problem 13: Antenna array. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
14	Clase de problemas de repaso Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
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
1	Problema 1: Campo eléctrico y densidad de potencia. Problem 1: Electric field and power density	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.53%	0 / 10	CG5
2	Problema 2: Radiación de una antena. Problem 2: Antenna Radiation	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.53%	0 / 10	CG5
3	Problema 3: Impedancia de antena. Diagrama de radiación. Problem 3: Antenna impedance.Radiation Pattern.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
4	Problema 4: Parámetros de transmisión de antenas. Problem 4: Antenna parameters in transmission	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
5	Problema 5: Propagación en espacio libre. Problem 5: Free space propagation.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
6	Problema 6: Fórmula de Friis, ruido y atenuación Problem 6: Friis Formula, noise and attenuation	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
7	Problema 7: Propagación por onda de superficie. Problem 7: Surface wave propagation.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
7	Ejercicio de evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	08:00	10%	0 / 10	CG9 CG12 CECT1 CECT2 CECT3 CECT5 CECT8 CG5 CG1 CG2 CG3

8	Problema 8: Propagación por onda ionosférica. Problem 8: ionospheric wave propagation.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
9	Problema 9: Propagación por onda de espacio. Problem 9: Tropospheric propagation.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
10	Problema 10: Antenas lineales Problem 10: Linear antennas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
11	Problema 11: Antenas Yagi Problem 11: Yagi Antennas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
12	Problema 12: Antenas de apertura. Problem 12: Aperture antennas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
13	Problema 13: Arrays de antenas Problem 13: Antenna array.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1.54%	0 / 10	CG5
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	75%	3 / 10	CG9 CG12 CECT1 CECT2 CECT3 CECT4 CECT5 CECT8 CG5 CG1 CG2 CG3

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG9 CG12 CECT1 CECT2 CECT3 CECT4 CECT5 CECT8 CG5 CG1 CG2 CG3

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 CG5 CG1 CG2 CG3

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), aunque las actividades de evaluación por prueba final se concentran en las fechas y horas de evaluación final 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.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

Convocatoria ordinaria - Modalidad de evaluación progresiva:

La evaluación se realizará mediante evaluación progresiva basadas en las siguientes actividades:

- Una prueba no presencial a realizar que supondrá el 10% de la calificación, y que consistirá en resolución de ejercicios en plataformas web. Los estudiantes dispondrán de una semana entera para completar estos

ejercicios. Los contenidos de este ejercicio online se corresponden con los temas 1 y 2 de la asignatura.

- Actividades en el aula que supondrán un 20% de la calificación. Se proponen una serie de ejercicios relacionados con el temario de la asignatura para resolver en el aula (aproximadamente, uno por semana). Cada profesor realizará esta evaluación en su grupo. La resolución de los ejercicios se realizará en grupos de entre 2 y 4 estudiantes. **Los ejercicios son PRESENCIALES**, por lo que se resolverán y entregarán en el aula con apoyo del profesor. **Si alguno de los miembros del grupo de trabajo falta a clase de forma injustificada durante la realización del ejercicio, su calificación será un 0 en dicho ejercicio**, incluso aunque sus compañeros de equipo hayan entregado el ejercicio en clase.
- Examen final en el día indicado a tal efecto cuyo valor será un 75%. En este examen se evaluarán todos los contenidos de la asignatura y consistirá en una prueba escrita con problemas y preguntas teóricas. Es necesario obtener una nota mínima de 3 en este examen.

Resumen: La calificación de la convocatoria es $0,75 \cdot \text{examen final} + 0,20 \cdot \text{ejercicios presenciales} + 0,10 \cdot \text{ejercicio no presencial}$.

Debido a que la suma de los tres conceptos es 105%, si algún alumno obtiene más de 100%, su nota será un 10.

Convocatoria ordinaria - Modalidad de evaluación global:

En este caso solo se tendrá en cuenta la nota del examen final. El examen final consistirá en una prueba escrita con problemas y preguntas teóricas. Incluirá una serie de apartados que evaluarán las competencias de la evaluación progresiva.

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo: 100% Examen final

Convocatoria extraordinaria:

Para la convocatoria extraordinaria, no se tendrán en cuenta las calificaciones de las actividades de evaluación progresiva desarrolladas a lo largo del curso. De este modo, la calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo: 100% Examen extraordinario

La evaluación se realizará mediante un único examen final. El examen extraordinario será una prueba escrita formada por problemas y preguntas de teoría. Incluirá una serie de apartados que evaluarán las competencias de la evaluación progresiva.

(English)

The evaluation will check if the students have acquired the competencies of the subject. Therefore, the evaluation by final test will use the same types of evaluative techniques that are used in the continuous evaluation (EX, ET, TG, etc.), although the evaluation activities by final test are concentrated in the dates and times of final evaluation approved by the School Board for the present subject and semester, except for those activities of evaluation of learning outcomes of difficult qualification in a final test. In this case, such evaluation activities may be carried out throughout the subject.

The evaluation in the extraordinary call will be carried out exclusively through the final test system.

Ordinary call - Modality of progressive evaluation:

The evaluation will be carried out through progressive evaluation based on the following activities:

A non face-to-face test that will represent 10% of the grade, which will consist of solving exercises on web platforms. Students will have a whole week to complete these exercises. The contents of this online exercise correspond to topics 1 and 2 of the subject.

Classroom activities will account for 20% of the grade. A series of exercises related to the subject will be proposed to be solved in the classroom (approximately one per week). Each teacher will carry out this evaluation in his group. The resolution of the exercises will be done in groups of 2 to 4 students. The exercises are PRESENT, so they will be solved and delivered in the classroom with the teacher's support. If any of the members of the working group misses class unjustifiably during the completion of the exercise, his grade will be a 0 in that exercise, even if his teammates have delivered the exercise in class.

Final exam on the day indicated for that purpose whose value will be 75%. In this exam all the contents of the subject will be evaluated and it will consist of a written test with problems and theoretical questions. It is necessary to obtain a minimum grade of 3 in this exam.

Summary: The grade for this exam is $0.75 \cdot \text{final exam} + 0.20 \cdot \text{on-site exercises} + 0.10 \cdot \text{off-site exercise}$.

Since the sum of the three concepts is 105%, if any student obtains more than 100%, his/her grade will be a 10.

Ordinary call - Modality of global evaluation:

In this case only the grade of the final exam will be taken into account. The final exam will consist of a written test with problems and theoretical questions. It will include a series of sections that will evaluate the competences of the progressive evaluation.

The grade for the subject will be as follows: 100% Final exam.

Extraordinary call:

For the extraordinary call, the grades of the progressive evaluation activities developed throughout the subject will not be taken into account. In this way, the grade of the subject will be as follows: 100% Extraordinary exam.

The evaluation will be carried out by means of a single final exam. The final exam will be a written test consisting of problems and theory questions. It will include a series of sections that will evaluate the competences of the progressive evaluation.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Radiación y Propagación	Bibliografía	"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
Plataforma moodle	Recursos web	Moodle de Radiación y Propagación.
Plataforma on-line para ejercicios Internet	Recursos web	Disponible en www.gr.ssr.upm.es/rdpr
Videos	Recursos web	Videos cortos con las sesiones teóricas (disponible en moodle)

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. Se pretende que todas las semanas se dedique 1h a clase magistral y 1h a resolución de problemas para afianzar los conceptos vistos en teoría.

El caso de estudio, que tiene como base dotar de internet a zonas selváticas aisladas de un país en desarrollo, está dividido en 13 problemas, que serán trabajados en cada uno de los días de clase. Los ejercicios se plantearán para 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.

(English)

This course is technical in nature. The adaptation to the COVID-19 situation was carried out by proposing the recording of short videos that, together with the support of the book, would be useful to understand the theoretical part of the course. Therefore, students have at their service short videos recorded by the professors that complement the face-to-face theoretical classes.

The professor will teach the class in the classroom. Each group will receive 2 hours of class per week in face-to-face format. It is intended that almost every week 1h will be dedicated to master class and 1h to problem solving to reinforce the concepts seen in theory.

The case study, which is based on providing the Internet to isolated jungle areas of a developing country, is divided into 15 problems, which will be worked on each of the school days. The exercises will be set out to contribute to the SDGs, in particular and mainly, to goals 9 ("Industry, innovation and infrastructure") and goal 17, "strengthen the

means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development".

9.1 Develop quality, reliable, sustainable and resilient infrastructure, including regional and transborder infrastructure, to support economic development and human well-being, with a focus on affordable and equitable access for all.

9.5: "Enhance scientific research, upgrade the technological capabilities of industrial sectors in all countries, in particular developing countries, including, by 2030, encouraging innovation and substantially increasing the number of research and development workers per 1 million people and public and private research and development spending"

9.c. Significantly increase access to information and communications technology and strive to provide universal and affordable access to the Internet in least developed countries by 2020

Related to SDG17, the most important targets are:

17.7 Promote the development, transfer, dissemination and diffusion of environmentally sound technologies to developing countries on favourable terms, including on concessional and preferential terms, as mutually agreed

17.8 Fully operationalize the technology bank and science, technology and innovation capacity-building mechanism for least developed countries by 2017 and enhance the use of enabling technology, in particular information and communications technology