



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

**595300012 - Electromagnetismo Y Ondas**

### PLAN DE ESTUDIOS

59ET - Doble Grado En Ing.Electronica De Comunicaciones Y En Ing.Telematica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo 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.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595300012 - Electromagnetismo y Ondas
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Básica
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59ET - Doble Grado en Ing.electronica de Comunicaciones y en Ing.telematica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieria 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>
Marta Sanchez Agudo	A3112	marta.sanchez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Amador Miguel Gonzalez Crespo	A3112	amador.m.gonzalez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura

Maria Pilar Ochoa Perez	A3112	pilar.ochoa@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Francisco Prieto Castrillo (Coordinador/a)	A3111	francisco.prieto@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Pablo Merodio Camara	A3110	pablo.merodio@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Laura Barrutia Poncela	A3111	laura.barrutia@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página 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

- Calculo I
- Algebra Lineal
- Calculo Ii

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

- Para seguir con normalidad el laboratorio de la asignatura, es preciso tener los conocimientos básicos correspondientes a las asignaturas de ANÁLISIS DE CIRCUITOS

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE B3 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

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

CG 03 - Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.

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

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

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA77 - Comprender y utilizar la relación entre campo y potencial eléctrico

RA82 - Conocer y aplicar el teorema de Ampère en el vacío y en medios materiales

RA83 - Conocer y utilizar los conceptos de densidad e intensidad de corriente y la ecuación de continuidad

RA84 - Conocer y saber calcular los efectos de los campos magnéticos sobre corrientes eléctricas y medios materiales

RA87 - Comprender los mecanismos asociados a la propagación de ondas en medios elásticos

RA79 - Conocer y utilizar la ley de Faraday de la inducción electro-magnética y calcular la energía magnética

RA81 - Comprender las ecuaciones de Maxwell en forma integral

RA86 - Conocer y aplicar la ley de Ampère-Maxwell

RA75 - Conocer y aplicar la ley de Gauss para el campo eléctrico en el vacío y en medios materiales

RA78 - Comprender y analizar los procesos de interferencia y las ondas estacionarias

RA85 - Comprender y analizar las oscilaciones armónicas

RA80 - Conocer y utilizar la función y la ecuación de ondas

RA76 - Capacidad para calcular trabajo y energía y utilizar los principios de conservación

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Oscilaciones

- 1.1. Introducción
- 1.2. Movimiento armónico simple
- 1.3. Composición de movimientos armónicos
- 1.4. Oscilaciones amortiguadas y forzadas

#### 2. Ondas en medios elásticos

- 2.1. Características. Función y ecuación de ondas
- 2.2. Ondas armónicas
- 2.3. Ondas en dos y tres dimensiones. Intensidad y nivel de intensidad
- 2.4. Sonido. Efecto Doppler
- 2.5. Leyes de la reflexión y la refracción
- 2.6. Interferencias
- 2.7. Ondas estacionarias

#### 3. Electrostática

- 3.1. Conservación y cuantificación de la carga
- 3.2. Ley de Coulomb y principio de superposición
- 3.3. Potencial eléctrico

- 3.4. Ley de Gauss
- 3.5. Dipolo eléctrico
- 3.6. Campo eléctrico en medios conductores
- 3.7. Campo eléctrico en medios dieléctricos
- 3.8. Energía electrostática
- 4. Magnetostática
  - 4.1. Corrientes estacionarias
  - 4.2. Fuerza de Lorentz. Campo magnético
  - 4.3. Ley de Laplace. Pares sobre circuitos. Momento magnético
  - 4.4. Ley de Biot y Savart
  - 4.5. Teorema de Ampère
  - 4.6. Campo magnético en la materia
  - 4.7. Materiales magnéticos
- 5. Campos electro-magnéticos
  - 5.1. Inducción electromagnética. Ley de Faraday
  - 5.2. Inducción mutua y autoinducción
  - 5.3. Ley de Ampère-Maxwell
  - 5.4. Energía del campo electromagnético
  - 5.5. Ecuaciones de Maxwell en forma integral
- 6. Prácticas
  - 6.1. Incertidumbre y medida
  - 6.2. Oscilaciones amortiguadas y forzadas
  - 6.3. Ondas estacionarias en una cuerda
  - 6.4. Velocidad del sonido. Tubo de Kundt.
  - 6.5. Distribuciones de potenciales y campos eléctricos.
  - 6.6. Campo magnético. Fuerza electromotriz.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1 (1)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Prácticas (4 sesiones en semanas alternas). Pueden incluir; P1: Medida e Incertidumbre. P2: Oscilaciones amortiguadas y forzadas. P3: Ondas estacionarias. P4: Velocidad del sonido. P5: Distribuciones de potenciales eléctricos. P6: Inducción EM.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
3	<b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios. Tema 2: Ondas en medios elásticos. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1 (2)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2 (1)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2 (2)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3 (1)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3 (2)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4 (1)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4 (2)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10				
11	<b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Primer Parcial. FECHA POR DETERMINAR Tema1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
13	<b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios. Tema 5: Campos EM. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Tema 5: Campos EM. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				<b>Segundo Parcial. FECHA POR DETERMINAR. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Modalidad 7 de evaluación. Examen Final. FECHA POR DETERMINAR</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 05:00

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
2	Prácticas (4 sesiones en semanas alternas). Pueden incluir; P1: Medida e Incertidumbre. P2: Oscilaciones amortiguadas y forzadas. P3: Ondas estacionarias. P4: Velocidad del sonido. P5: Distribuciones de potenciales eléctricos. P6: Inducción EM.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09
12	Primer Parcial. FECHA POR DETERMINAR Tema1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09
17	Segundo Parcial. FECHA POR DETERMINAR. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Prácticas (4 sesiones en semanas alternas). Pueden incluir; P1: Medida e Incertidumbre. P2: Oscilaciones amortiguadas y forzadas. P3: Ondas estacionarias. P4: Velocidad del sonido. P5: Distribuciones de potenciales eléctricos. P6: Inducción EM.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09
17	Modalidad 7 de evaluación. Examen Final. FECHA POR DETERMINAR	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	05:00	90%	4 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	4 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09
Prácticas (4 sesiones en semanas alternas). Pueden incluir; P1: Medida e Incertidumbre. P2: Oscilaciones amortiguadas y forzadas. P3: Ondas estacionarias. P4: Velocidad del sonido. P5: Distribuciones de potenciales eléctricos. P6: Inducción EM	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG 03 CG 04 CG 13 CE B3 CE TEL09

### 7.2. Criterios de evaluación

Las semanas de los exámenes parciales y examen final que aparecen en el cronograma son estimativas. Las fechas definitivas de estos exámenes dependen de la organización de exámenes, coordinada por la SOA, y aparecen publicadas en el Plan Anual Docente

Modalidad A: Evaluación Continua.

La evaluación continua consiste en dos exámenes parciales, cuya fecha de realización y demás detalles figuran en el punto anterior. Para superar la asignatura son necesarios los siguientes requisitos:

1. Realizar las prácticas obligatorias, presentar las correspondientes memorias y obtener una nota igual o superior a 3,0 puntos sobre un total de 10 puntos. La nota del Laboratorio representa el 10% de la asignatura.
2. Realizar los dos exámenes parciales, obteniendo una nota igual o superior a 3 puntos (sobre un total de 10) en cada uno de ellos.
3. Obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos sobre un total de 10 puntos en el conjunto de la asignatura.

\*Los alumnos que hayan superado el laboratorio, pero no se hayan presentado al primer parcial o que, habiéndose presentado, no hayan obtenido una nota igual o superior a 3 puntos (sobre un total de 10) o quieran volver a

examinarse de esta parte de la asignatura, podrán examinarse del examen final (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 30% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial. Para ello deberán solicitar previamente la realización del examen a través de la plataforma MOODLE, siguiendo las instrucciones que allí se publiquen.

Modalidad B: Examen final / Convocatoria Extraordinaria.

Para superar la asignatura, son necesarios los siguientes requisitos:

- 1.- Realizar las prácticas obligatorias, presentar las correspondientes memorias y obtener una nota igual o superior a 3,0 puntos sobre un total de 10 puntos.
- 2.- Realizar el examen final (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 30% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial.
- 3.- Obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos (sobre un total de 10,0) en el conjunto de la asignatura. La nota del Laboratorio representa el 10% de la asignatura y la del examen final un 90% de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro de texto	Bibliografía	Física Universitaria. Young-Freedman. Edición 12ª. Editorial Addison-Wesley. Vol. I y II
Libro de problemas	Bibliografía	Problemas de Física resueltos. Departamento de Física Aplicada.
Apuntes en Moodle	Bibliografía	Conocimientos previos de Física. Departamento de Física Aplicada.
Libro de laboratorio	Bibliografía	Electromagnetismo y ondas: laboratorio. Departamento de Física Aplicada.
Plataforma Moodle	Recursos web	
Equipamiento en aula	Otros	Ordenador personal. Proyector de video. Pizarra.

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

**- Reglas de comportamiento de comunicación con el docente:**

El alumno deberá solicitar la tutoría mediante cita previa al profesor del grupo en el que esté matriculado. Puede hacerse en persona (cuando sea posible) o a través de correo electrónico. El horario de atención de cada profesor se publicará en la página de la asignatura en la plataforma Moodle al comienzo del semestre.

**- Plataformas que se usarán en la asignatura: Moodle y Teams.**

**- Modo de docencia bimodal o híbrido:**

Se impartirá un modo de docencia mixto, con estudiantes en el aula y con estudiantes recibiendo simultáneamente

la misma clase de forma telemática. Se planificarán turnos rotativos de estudiantes para asegurar que los alumnos reciben sus clases teóricas de forma presencial en semanas alternas.

**- Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS) que se trabajan en la asignatura:**

ODS 4: Educación de calidad

En esta asignatura estamos comprometidos con proporcionar una educación de calidad a nuestros alumnos. Todos los años se realiza un esfuerzo por preparar material docente nuevo y tenemos en marcha un mecanismo de coordinación vertical con el resto de las asignaturas con las que compartimos área, con el fin de garantizar respuestas coordinadas y evitar el solapamiento de los esfuerzos. Tal y como se ha realizado en los dos últimos cursos, se definirán e implantarán en cada momento las propuestas más adecuadas para garantizar una educación de calidad, independientemente del formato en el que deba realizarse la docencia (a distancia, híbrido o presencial).

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

En la ETSIST hay una apuesta por las energías renovables, como demuestra la existencia de las instalaciones fotovoltaicas que se encuentran en la misma. Dentro de esta asignatura, se organizará una visita de carácter voluntario a estas instalaciones fotovoltaicas en la que se revisarán, entre otros, aspectos relativos a este ODS..

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

A lo largo del curso, una parte del esfuerzo docente está dirigido a que los alumnos adquieran conocimiento de los sistemas que se desarrollan comercialmente y para investigación basados en los conocimientos teóricos que se estudian en las clases (podemos mencionar de nuevo, como ejemplo de actividad que suele tener muy buena acogida por los alumnos, la visita a las instalaciones fotovoltaicas de la Escuela, en la que se revisan aspectos técnicos relativos al ODS 9)

**La información contenida en esta guía es orientativa y por tanto es susceptible de modificación debido a erratas, omisiones, incidencias no previstas ocurridas durante el curso académico o si el correcto desarrollo de la asignatura así lo aconseja.**

