



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

**595000013 - Electromagnetismo Y Ondas**

### PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
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>	595000013 - 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>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 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	A3111	marta.sanchez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Amador Miguel Gonzalez Crespo	A3111	amador.m.gonzalez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura

Maria Pilar Ochoa Perez	A3111	pilar.ochoa@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Manuel Vazquez Lopez	A4205	manuel.vazquez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Neftali Nuñez Mendoza	A4205	neftali.nunez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Francisco Javier Jimenez Martinez	A4201	franciscojavier.jimenez@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Pablo Merodio Camara	A3109	pablo.merodio@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Laura Barrutia Poncela (Coordinador/a)	A3110	laura.barrutia@upm.es	Sin horario. Serán publicadas en la página de la asignatura
Clara Sanchez Perez	A3110	clara.sanchez.perez@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 II
- Algebra Lineal
- Calculo I

### 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

RA590 - Comprender los mecanismos asociados a la propagación de ondas en medios elásticos.

RA587 - Capacidad para calcular trabajo y energía y utilizar los principios de conservación.

RA593 - Comprender y utilizar la relación entre campo y potencial eléctrico.

RA589 - Conocer y utilizar la función y la ecuación de ondas.

RA591 - Comprender y analizar los procesos de interferencia y las ondas estacionarias.

RA598 - Conocer y aplicar la ley de Ampère-Maxwell.

RA596 - Conocer y aplicar el teorema de Ampère en el vacío y en medios materiales.

RA599 - Comprender las ecuaciones de Maxwell en forma integral

RA597 - Conocer y utilizar la ley de Faraday de la inducción electro-magnética y calcular la energía magnética.

RA594 - Conocer y utilizar los conceptos de densidad e intensidad de corriente y la ecuación de continuidad.

RA595 - Conocer y saber calcular los efectos de los campos magnéticos sobre corrientes eléctricas y medios materiales.

RA588 - Comprender y analizar las oscilaciones armónicas.

RA592 - Conocer y aplicar la ley de Gauss para el campo eléctrico en el vacío y en medios materiales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Electromagnetismo y Ondas es una asignatura que proporciona a los estudiantes de los grados de Ingeniería de Telecomunicaciones nociones básicas de física general, centrándose en aspectos como movimiento ondulatorio, campos electrostático y magnetostático. Se complementa con sesiones prácticas de laboratorio centradas tanto en el aprendizaje de trabajo en un laboratorio experimental, como la toma, análisis y representación de datos experimentales. Esta asignatura sirve de preparación para asignaturas posteriores.

### 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 en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
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 (I)</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 Presencial Duración: 08:00
4	<b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1 (P)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios. Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2 (I)</b> Duración: 02:00 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 2 (P)</b> Duración: 00:00 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 (I)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3 (P)</b> Duración: 00:00 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 (I)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10	<b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4 (P)</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Primer Parcial: SEMANA 11 (20-11-2023). Tema 1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
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			
13				
14	<b>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: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				<b>Segundo Parcial: 15-01-2024. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5. .</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Examen Global. 15-01-2024</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.

## 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
3	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	08:00	10%	3 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13
10	Primer Parcial: SEMANA 11 (20-11-2023). Tema 1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13
17	Segundo Parcial: 15-01-2024. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Global. 15-01-2024	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	4 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Convocatoria Extraordinaria. Temario completo 24-06-2024	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	4 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13
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	08:00	10%	3 / 10	CE B3 CE TEL09 CG 03 CG 04 CG 13

## 7.2. Criterios de evaluación

Las fechas de los distintos exámenes de la asignatura dependen de la organización del Plan Semestral de Evaluación, coordinada por la SOA, y aparecen publicadas en el Plan Anual Docente de la Escuela. Ante cualquier discrepancia que pudiera surgir entre la información publicada en esta guía y la publicada en el plan Anual Docente, deberá atenderse a lo publicado en este último ya que en él se hacen las actualizaciones oportunas.

Por cuestiones de organización y para garantizar un mejor aprovechamiento de los recursos de la Escuela, se solicitará a los alumnos, aproximadamente con una semana de antelación, que contesten una encuesta a través de la página Moodle de la asignatura indicando su intención de asistir o no a cada una de las pruebas de evaluación.

Evaluación Progresiva.

La evaluación progresiva 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 (con nota superior a cero en cada una de ellas) 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. La nota de cada parcial representa el 45% de la asignatura.

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 global (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 30% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial.

\*Los alumnos que no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales, en el laboratorio o en el temario correspondiente a cada parcial en el examen global, no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

\* El laboratorio es una actividad obligatoria, evaluable y recuperable. Si no se realiza una práctica durante el periodo lectivo (por motivos justificados), el alumno deberá ponerse en contacto con el/la coordinador/a lo antes posible para recuperar esa práctica durante el periodo ordinario. La recuperación del laboratorio durante el periodo extraordinario consistirá en la realización de 4 prácticas de laboratorio realizadas en dos sesiones, 2 prácticas en una sesión de mañana y las otras 2 restantes en una sesión de tarde (8 horas en total). Una vez realizadas las sesiones de laboratorio de las 4 prácticas, el alumno deberá entregar las 4 memorias de las prácticas en un plazo de 48h.

\* Si se supera el laboratorio con una nota igual o superior a 3 puntos (sobre un total de 10), pero no se supera alguna de las pruebas parciales, se guardará la nota de forma indefinida (consultar la guía cada año por si hubiera algún cambio).

## Examen global

Para superar la asignatura, son necesarios los siguientes requisitos:

1.- Realizar el examen global (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 30% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial.

2.- 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.

\* Los alumnos que no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales, en el laboratorio o en el temario correspondiente a cada parcial en el examen global, no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

\* Si se supera el laboratorio con una nota igual o superior a 3 puntos (sobre un total de 10), pero no se supera alguna de las pruebas parciales, se guardará la nota de forma indefinida, (consultar la guía cada año por si hubiera algún cambio).

### **Convocatoria Extraordinaria.**

Para superar la asignatura, son necesarios los siguientes requisitos:

1.- Realizar las prácticas obligatorias, presentar las correspondientes memorias (con nota superior a cero en cada una de ellas) y obtener una nota igual o superior a 3,0 puntos sobre un total de 10 puntos.

2.- Realizar el examen global (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 30% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial. Aquellos alumnos que no obtengan una calificación mínima en cada parte del temario no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

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.

\*El laboratorio es una actividad obligatoria, evaluable y recuperable. La recuperación del laboratorio durante el periodo extraordinario consistirá en la realización de 4 prácticas de laboratorio realizadas en dos sesiones, 2 prácticas en una sesión de mañana y las otras 2 restantes en una sesión de tarde (8 horas en total). Una vez realizadas las sesiones de laboratorio de las 4 prácticas, el alumno deberá entregar las 4 memorias de las prácticas en un plazo de 48h. Para recuperar el laboratorio durante el periodo extraordinario, el alumno debe ponerse en contacto con el/la coordinador/a 15 días antes de la fecha del examen extraordinario.

\* Si se supera el laboratorio con una nota igual o superior a 3 puntos (sobre un total de 10), pero no se supera alguna de las pruebas parciales, se guardará la nota de forma indefinida, (consultar la guía cada año por si hubiera

algún cambio).

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro de texto	Bibliografía	Física Universitaria. Young-Freedman. Edición 12 <sup>a</sup> . 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 .

#### - 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.**

**El cronograma mostrado en esta guía es orientativo ya que está diseñado tomando como ejemplo el horario de uno de los grupos de teoría de la asignatura. Por tanto, cada alumno deberá comprobar el horario correspondiente de su grupo de teoría en el Plan Anual Docente de la Escuela. Por otro lado, las fechas y horarios de todos los exámenes de la asignatura son iguales para todos los grupos.**