



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

2020/21 - 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.....                      | 11 |
| 9. Otra información.....                         | 12 |
| 10. Adendas.....                                 | 13 |

## 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>              | Septiembre-Enero  |
| <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>                     | 2020-21   |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>               | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b>          | <b>Horario de tutorías *</b>                                   |
|-----------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| Francisco Prieto Castrillo  | A3111           | francisco.prieto@upm.es            | Sin horario.<br>Serán publicadas en la página de la asignatura |
| Antonio Fernandez Fernandez | A4205           | antonio.fernandez.fernandez@upm.es | Sin horario.<br>Serán publicadas en la página de la signatura  |

|  |       |                                |  |
|--|-------|--------------------------------|--|
| Marta Sanchez Agudo<br>(Coordinador/a) | A3112 | marta.sanchez@upm.es           | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Amador Miguel Gonzalez<br>Crespo       | A3112 | amador.m.gonzalez@upm.es       | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Maria Pilar Ochoa Perez                | A3112 | pilar.ochoa@upm.es             | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Manuel Vazquez Lopez                   | A4205 | manuel.vazquez@upm.es          | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Neftali Nuñez Mendoza                  | A4205 | neftali.nunez@upm.es           | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Francisco Javier Jimenez<br>Martinez   | A4201 | franciscojavier.jimenez@upm.es | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Pablo Merodio Camara                   | A3110 | pablo.merodio@upm.es           | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |
| Laura Barrutia Poncela                 | A3111 | laura.barrutia@upm.es          | Sin horario.<br>Serán publicadas<br>en la página de la<br>asignatura |

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.3. Profesorado externo

| Nombre                       | Correo electrónico       | Centro de procedencia                             |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Luis Ignacio Ortiz Berenguer | luisignacio.ortiz@upm.es | ETSIST. Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones |

## 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

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

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

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

RA85 - Comprender y analizar las oscilaciones armónicas

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

## 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. Electroestática

- 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><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   | <b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Práctica 1 (1)</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio   |   |
| 2   | <b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   | <b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Práctica 1 (2)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio   |   |
| 3   | <b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios. Tema 2: Ondas en medios elásticos. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   | <b>Tema 1: Oscilaciones. Exposición y ejercicios. Tema 2: Ondas en medios elásticos. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Práctica 1 (3)</b><br>Duración: 00:00<br>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><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación continua y sólo prueba final Presencial<br>Duración: 00:00 |
| 4   | <b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 2 (1)</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   |
| 5   | <b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios. Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral         | <b>Práctica 2 (2)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 2: Ondas elásticas. Exposición y ejercicios. Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |
| 6   | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 2 (3)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   |

|    |  |   |  |   |
|----|--|---|--|---|
| 7  | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 3 (1)</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |   |
| 8  | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 3 (2)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |
| 9  | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 3 (3)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |
| 10 | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 4 (1)</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3: Electrostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |
| 11 | <b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 4 (2)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Primer Parcial: Lunes 23 de noviembre. Tema 1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 02:00  |
| 12 | <b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 4 (3)</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 4: Magnetostática. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   |
| 13 |  |   | <b>Tema 5: Campos EM. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral      |   |
| 14 | <b>Tema 5: Campos EM. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral      |   | <b>Tema 5: Campos EM. Exposición y ejercicios.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral      |   |
| 15 |  |   |  |   |
| 16 |  |   |  |   |
| 17 |  |   |  | <b>Segundo Parcial: Lunes 11 de enero. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5. .</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 02:00<br><br><b>Modalidad B de evaluación. Examen Final. Lunes 11 de enero.</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>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                       |
|------|--|---|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 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 | 00:00    | 10%             | 3 / 10      | CG 03<br>CG 04<br>CG 13<br>CE B3<br>CE TEL09 |
| 11   | Primer Parcial:<br>Lunes 23 de noviembre. Tema 1, Tema 2 y Tema 3 (1ª Parte).  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial | 02:00    | 45%             | 3 / 10      | CG 03<br>CG 04<br>CG 13<br>CE B3<br>CE TEL09 |
| 17   | Segundo Parcial: Lunes 11 de enero. Tema 3 (2ª Parte), Tema 4 y Tema 5.  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial | 02:00    | 45%             | 3 / 10      | CG 03<br>CG 04<br>CG 13<br>CE B3<br>CE TEL09 |

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| 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 | 00:00    | 10%             | 3 / 10      | CG 03<br>CG 04<br>CG 13<br>CE B3<br>CE TEL09 |
| 17  | Modalidad B de evaluación.<br>Examen Final.<br>Lunes 11 de enero.  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial | 05:00    | 90%             | 4 / 10      | CG 03<br>CG 04<br>CG 13<br>CE B3<br>CE TEL09 |

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

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

## 7.2. Criterios de evaluación

### 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, cumpliendo las mismas condiciones establecidas para la evaluación continua. 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 dos 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, cumpliendo las mismas condiciones establecidas para la evaluación continua.
- 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.<br>Edición 12ª. Editorial Addison-Wesley. Vol. I y II |
| Libro de problemas   | Bibliografía | Problemas de Física resueltos.<br>Departamento de Física Aplicada.                          |
| Apuntes en Moodle    | Bibliografía | Conocimientos previos de Física.<br>Departamento de Física Aplicada.                        |
| Libro de laboratorio | Bibliografía | Electromagnetismo y ondas: laboratorio.<br>Departamento de Física Aplicada.                 |
| Plataforma Moodle    | Recursos web |   |
| Equipamiento en aula | Otros        | Ordenador personal. Proyector de video.<br>Pizarra.   |

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS**

**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.

#### **AVISO**

**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.**

## 10. Adendas

---

- Primer Parcial: Teniendo en cuenta la actual situación sanitaria y el alto número de alumnos matriculados en la asignatura el examen correspondiente al Primer Parcial convocado para el lunes 23 de Noviembre se realizará en formato telemático.