



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

55000017 - Electromagnetismo

PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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..... | 12 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|--|
| Nombre de la asignatura | 55000017 - Electromagnetismo |
| No de créditos | 6 ECTS |
| Carácter | Básica |
| Curso | Segundo curso |
| Semestre | Cuarto semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales |
| Centro responsable de la titulación | 05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales |
| Curso académico | 2025-26 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Alonso Camacho Reyes | | alonso.camacho@upm.es | Sin horario. |
| Francisco Cordovilla Baro | | francisco.cordovilla.baro@upm.es | Sin horario. |
| Rafael Casquel Del Campo | | rafael.casquel@upm.es | Sin horario. |
| David Canteli Perez-Caballero | | david.canteli@upm.es | Sin horario. |

| | | | |
|--|--|--------------------------|--------------|
| Jose Maria Diaz De La Cruz Cano (Coordinador/a) | | jose.diazdelacruz@upm.es | Sin horario. |
| Luis Seidel Gomez De Quero | | luis.seidel@upm.es | Sin horario. |
| M.de Linarejos Gamez Mejias | | linarejos.gamez@upm.es | Sin horario. |
| Ignacio Pedro Angulo Ramonell | | ignacio.angulo@upm.es | Sin horario. |

* 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

- Fisica General I
- Calculo I
- Fisica General II
- Ecuaciones Diferenciales
- Mecanica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE25B - Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA103 - La consideración de los campos electromagnéticos como parte de sistemas físicos que permiten almacenar transformar y propagar energía, cantidad de movimiento, momento cinético e información.

RA104 - La capacidad de resolver problemas en los que, de forma integrada, participen elementos mecánicos, electrostáticos, magnéticos, conductores, etc.

RA105 - Relacionar el movimiento de las cargas y corrientes con fuerzas, pares mecánicos, fuerzas electromotrices, etc.

RA540 - La modelización de antenas emisoras y receptoras como impedancias y fuentes en circuitos eléctricos.

RA538 - El cálculo de campos eléctricos, magnéticos y densidades de corriente de energía en campos radiados.

RA106 - La consideración de diversas aplicaciones electromagnéticas en su funcionalidad y planteadas desde leyes Físicas de máxima generalidad.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La finalidad de esta asignatura es conseguir que el alumno adquiera unos conocimientos básicos de Electromagnetismo que fundamenten sus principales aplicaciones en las Tecnologías Industriales.

El curso comienza presentando las ecuaciones de Maxwell y su solución en forma de potenciales retardados para poner de manifiesto el papel que juega la frecuencia en el comportamiento de los campos electromagnéticos. Se analizan tanto los fenómenos de bajas frecuencias, conocidas comúnmente como frecuencias industriales, como los ondulatorios, asociados a frecuencias más altas.

El programa se estructura atendiendo a unos objetivos bien definidos. El primero es presentar los principios y conceptos que permiten analizar, de forma sistemática, la conversión de energía eléctrica en mecánica y viceversa en un escenario formado por circuitos eléctricos fijos y móviles que intercambian energía entre sí y con el campo electromagnético, sin contacto físico entre ellos. Este objetivo se culmina en el tema 3.

Cuando entre los circuitos se disponen materiales dieléctricos o magnéticos, se debe ampliar el marco anterior, lo que se desarrolla hasta llegar al tema 6.

A continuación se desarrollan los modelos que corresponden a frecuencias más altas en los que el campo electromagnético deja de comportarse como un almacén local de energía electromagnética para empezar a exhibir su carácter ondulatorio y viajero. Se presentan modelos unidimensionales en las líneas de transmisión y se llega hasta la generación y recepción de ondas en antenas y radares.

El objetivo de esta segunda parte es la presentación de los fundamentos de las tecnologías que sirven para la transmisión de energía e información mediante campos electromagnéticos en régimen ondulatorio, estudiando principalmente la propagación de ondas en líneas de transmisión y en medios materiales, donde se aborda la forma de emitirlos o detectarlos con antenas y radares y los circuitos eléctricos equivalentes que sirven como modelo para su inserción en esquemas eléctricos cuyo conocimiento ya se ha abordado en otras asignaturas.

El orden del temario puede ser susceptible de cambio en distintos grupos, aunque al final de curso todos habrán dado los mismos contenidos.

5.2. Temario de la asignatura

1. Ecuaciones de Maxwell
2. Electroestática y Magnetostática
3. Inducción de Faraday. Acoplamiento inductivo entre circuitos eléctricos
4. Electromecánica. Fuerzas mecánicas y electromotrices en circuitos eléctricos móviles.
5. Electromagnetismo en medios materiales
6. Circuitos magnéticos
7. Generalización del estudio de la energía y las fuerzas en presencia de medios materiales
8. Líneas de transmisión
9. Ondas electromagnéticas: propagación de ondas electromagnéticas planas
10. Reflexión y refracción de ondas planas
11. Generación y recepción de ondas electromagnéticas. Antenas y radares.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|--|----------------|---|
| 1 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 2 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 3 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 4 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 5 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 6 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 7 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 8 | | Prueba escrita Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | primer ejercicio complementario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 |
| 9 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |

| | | | | |
|----|--|---|--|--|
| 10 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 11 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 12 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 13 | Teoría y problemas Duración: 04:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación progresiva ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30 |
| 14 | | Prueba escrita Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | segundo ejercicio complementario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | examen EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00 |

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 |
|------|---------------------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 1 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | 0 / 10 | CG1 |
| 2 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 3 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 4 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 5 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 6 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 7 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 8 | primer ejercicio complementario | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 50% | 3 / 10 | CG1 CG3 CE25B |

| | | | | | | | |
|----|----------------------------------|--|------------|-------|-----|--------|---------------------|
| 9 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 10 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 11 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 12 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 13 | Evaluación progresiva | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 00:30 | % | / 10 | CG1 |
| 14 | segundo ejercicio complementario | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 50% | 3 / 10 | CG1 CG3 CE25B |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17 | examen | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CG1 CG3 CE25B |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|---------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| Examen Global | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CG1 CG3 CE25B |

7.2. Criterios de evaluación

En la convocatoria ordinaria se establece un sistema de calificación que incluye diversas actividades de evaluación progresiva (AEPs), prácticas obligatorias de laboratorio (PLs) y un examen global (EG). Para la convocatoria extraordinaria solamente se contemplan las prácticas de laboratorio (PLs, obligatorias) y un examen global (EG).

Las actividades de evaluación progresiva (AEPs) se organizan en cada grupo; su profesor o profesora gozará de flexibilidad para elegir los ejercicios, ejemplos, problemas, actividades y controles que considere más adecuados para adaptarse a su dinámica. Las AEPs incluyen dos controles complementarios (C-1 y C-2), cuyos contenidos se adaptarán a la progresión de cada grupo y cuya realización estará programada al comienzo del curso. Además, se podrán valorar actividades complementarias (ACs), como la resolución de cuestionarios de Moodle en el aula, tareas, problemas o trabajos, según las indicaciones del profesor o profesora del grupo.

La calificación de las actividades de evaluación progresiva (N_AEP) será la media de las calificaciones de las pruebas de evaluación complementarias (N_PC-1 y N_PC-2) cuando ambas sean mayores o iguales a 3, suplementada con hasta un punto por la valoración de las ACs. Aquellos cuya N_AEP sea mayor o igual que 5 y tengan las prácticas de laboratorio superadas no necesitan presentarse al EG para aprobar la asignatura y se consideran "aprobados por evaluación progresiva". La N_AEP solamente tendrá validez para la convocatoria ordinaria del curso actual y no se guardará ni para la extraordinaria ni para cursos posteriores. Los alumnos con N_PC-1 o N_PC-2 menores que 3, tendrán un 0 en la nota N_AEP.

También se puede superar la asignatura en el EG, que será igual para todos los grupos, siempre que su nota (N_EG) sea mayor o igual que 5 y si las prácticas de laboratorio están aprobadas. No se contempla la liberación de bloques separados de materia.

Todos los alumnos deberán realizar las prácticas, que representan un bloque obligatorio y NO RECUPERABLE; se desarrollarán según el calendario publicado en el POD y no se prevén sesiones adicionales de repesca. Su nota (N_PL) deberá ser mayor o igual que 5 para aprobar la asignatura. Se publicará al comienzo del curso una lista con los alumnos que tengan las prácticas convalidadas por haberlas aprobado en los últimos cursos, los cuales no estarán obligados a repetirlas.

Para aprobar la asignatura, el alumno deberá aprobar las prácticas y, además, el examen global (en la convocatoria ordinaria o en la extraordinaria) o las actividades de evaluación progresiva (en la ordinaria). Esto implica la existencia de dos posibilidades en la convocatoria ordinaria y una en la extraordinaria. Además, las prácticas de laboratorio deben superarse de acuerdo con la programación publicada en el Moodle.

La nota de acta (N_A) se obtiene a partir de la de las prácticas N_PL y la de teoría N_T. Esta última es la mejor entre las notas N_EG y N_AEP en la convocatoria ordinaria y es igual a N_EG en la extraordinaria.

- 1. Para los alumnos que no se hayan presentado ni al EG, ni a ninguna de las pruebas complementarias (PC-1 o PC-2), la nota de acta es "No Presentado".
- 2. Para los alumnos cuya N_T sea mayor o igual que 5:
 - 2.a. Si la nota de laboratorio está aprobada (N_{PL} mayor o igual que 5), la nota de Acta $N_A = 0,9 N_T + 0,1 N_{PL}$.
 - 2.b. Si la nota de laboratorio no está aprobada (N_{PL} menor que 5), la nota de acta será $N_A = 4$.
- 3. Para los alumnos cuya N_T sea menor que 5 la nota de acta será $N_A = N_T$.

Los alumnos estarán encuadrados en uno de los grupos de clase y podrán acceder al Moodle. Este se utilizará para transmitirles las instrucciones pertinentes para los exámenes, pruebas complementarias, prácticas, etc. Por esta razón, los estudiantes deben acceder diariamente a los foros que les afecten (se recomienda la suscripción), así como a su correo electrónico de la universidad. En particular, los alumnos han de estar atentos al foro de su grupo, al "Foro de Información para los estudiantes de todos los grupos" y al "Foro de prácticas".

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| Moodle de la asignatura | Recursos web | Plataforma desde la que se ofrece toda la información de la asignatura a los alumnos, con problemas, apuntes, etc. |
| Engineering Electromagnetics. Hayt, W.H.; Buck, J.A. Editorial McGraw-Hill, 2018 | Bibliografía | |
| Elements of Electromagnetics. M. Sadiku, Oxford University Press, 2018. | Bibliografía | |
| Engineering Electromagnetics. N. Ida. Editorial Springer, 2021. | Bibliografía | |
| Introduction to Electrodynamics. Griffiths, D.J. Editorial Addison-Wesley, 2014. | Bibliografía | |
| Fundamentos de la Teoría Electromagnética. Reitz, J. R.; Milford, F. J. y Christy, R. W. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 1996. | Bibliografía | |
| Fundamentos de electromagnetismo. Sánchez Quesada, F. et al. Editorial Síntesis, 2000. | Bibliografía | |
| Ampliación de Física I. Sánchez Pérez, A.M. Sección de Publicaciones ETSII-UPM, 2002 | Bibliografía | Sólo cubre la electrostática. |
| Apuntes de electromecánica | Recursos web | https://arxiv.org/abs/1603.05446 |