



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2021/22

**43706 - CAMPOS
ELECTROMAGNÉTICOS Y ONDAS**

CENTRO: 110 - Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

TITULACIÓN: 4037 - Gr. en Inge. en Tecnologías de la Telecomunicación

ASIGNATURA: 43706 - CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y ONDAS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

4803-Doble Grado en I.T. Telecomunicación. y - 48510-CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y ONDAS - 00

CÓDIGO UNESCO: 22

TIPO: Básica de Rama

CURSO: 1

SEMESTRE: 2º semestre

CRÉDITOS ECTS: 6

Especificar créditos de cada lengua:

ESPAÑOL: 6

INGLÉS:

SUMMARY

This course is mainly concerned with the basic principles of electromagnetics emphasizing on the characterization and the solution of static and dynamic electric, magnetic field, Maxwell's equations and time-varying fields problems. Its contents also take into account the mechanisms of propagation and transmission of electromagnetic and acoustic waves.

Contents

- Electrostatic fields: Coulomb's law, Gauss' law, electric potential, boundary conditions, capacitance, electrostatic force and energy, Poisson's and Laplace's equation.
- Steady electric currents. Static magnetic fields: BiotSavart law, Ampere's law, vector magnetic potential, inductance, magnetostatic force and energy
- Faraday's law of induction. Maxwell's equations.Wave concept. Plane waves. Polarization. Poynting's vector.
- Vibration and waves. Acoustic wave equation and its basic physical measures.

The final results to be achieved with this subject and their relation with the skills assigned are described below:

- R1. Know the magnitudes that define electromagnetic fields and their relationship with their sources.(CG-6, CG-7, CG-9 and CB-3)
- R2. Know how to formulate and interpret the physical meaning of Maxwell's equations in differential and integral form.(CG-6, CG-7, , CG-8, CG-9 and CB-3)
- R3. Deduce and classify the relationships that characterize the different manifestations of the electromagnetic field from Maxwell's equations.
from Maxwell's equations.(CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3 and CR3)
- R4. Identify, quantify and measure the processes of accumulation and transformation of electrical and magnetic energy in capacitors and coils.(CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3 and CR-3)
- R5. Evaluate the physical circumstances that give rise to radiation and propagation of electromagnetic energy.(CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3 and CR-3)
- R6. Identify, describe and justify the various applications of electromagnetic fields in telecommunication engineering.(CG-1, CG-2, CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3, CR-1, CR2 and CR-3)

R7. Understand and measure the effects of diffraction of electromagnetic waves.(CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3 and CR3)

R8. Prepare reports on the processes of measuring the effects and properties of electromagnetic fields and waves.(CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3 and CR3)

REQUISITOS PREVIOS

Se recomienda disponer de:

- Conocimientos sobre los fundamentos matemáticos básicos de variable real, números complejos y álgebra lineal.
- Conceptos y operativa básica de derivada, integración y ecuaciones diferenciales.
- Conceptos y operativa del calculo vectorial.
- Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos y programas informáticos con aplicación en ingeniería y en ofimática.
- Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

Física

Conocimientos de las leyes básicas de la mecánica clásica.

Álgebra, Cálculo I y Cálculo II

Conocimientos de herramientas matemáticas para la resolución de problemas de ingeniería.

Informática y Programación

Conocimientos básicos de programación, así como uso de herramientas y sistemas informáticos.

Todas las referencias para las que en este documento se utiliza la forma de masculino genérico deben entenderse aplicables indistintamente a mujeres y hombres.

Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

Contribución de la asignatura al perfil profesional:

La asignatura Campos Electromagnéticos y Ondas , con 6 ECTS, pertenece a la materia Física y está vinculada al módulo de Formación Básica. Se imparte en el segundo semestre del primer curso del Grado y es una continuación natural de la asignatura de Física (asignatura de Formación Básica de primer curso, primer semestre, materia Física) de la cual se nutre. Su relevancia dentro del Plan de Estudios es clara, ya que en ella se desarrolla la enseñanza de conceptos fundamentales sobre los cuales se apoyan y se vertebran contenidos más avanzados y específicos de otras asignaturas del Grado. Así, la asignatura de Campos Electromagnéticos y Ondas aborda el estudio de conceptos y dispositivos a la postre fundamentales para el conocimiento de los circuitos eléctricos y electrónicos, y por ello se encuentra relacionada con otras asignaturas del módulo de Formación Básica, como son Circuitos Eléctricos (primer curso, segundo semestre) y Electrónica Básica (segundo curso, primer semestre). Además, dado que sus contenidos se desarrollan en torno al concepto de campo electromagnético y los fenómenos ondulatorios, la asignatura resulta básica para afrontar con garantías el aprendizaje de otras, tales como Medios de Transmisión (Rama de Telecomunicación, segundo curso, segundo semestre), Antenas (Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación, tercer curso, primer semestre), Microondas (Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación, tercer curso, segundo semestre) y Servicios de Radiocomunicación (Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación, tercer curso, segundo semestre). Por último, debido a que una parte de la asignatura está dedicada al estudio de la Óptica y otra parte al de la Acústica, está también relacionada con las asignaturas de Comunicaciones Ópticas (asignatura de Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación, cuarto curso, primer semestre) y Sistemas Electroacústicos (asignatura de Tecnología Específica Sonido e Imagen).

Teniendo en cuenta su carácter de materia básica, la asignatura de Campos Electromagnéticos y Ondas forma parte de los cimientos sobre los que se estructura el Grado, contribuyendo al desarrollo de elementos básicos del perfil del titulado/a en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación, como pueden ser:

- a) Capacidad para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- b) Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.
- c) Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con su área de especialización.

Competencias que tiene asignadas:

Competencias Básicas y Generales: CB1, CB2, CB3, CB4, CB5.

Competencias Transversales: CT1, CT2.

Competencias Específicas: CFB3, CR1, CR2, CR3.

En el siguiente enlace se puede encontrar la descripción de las competencias indicadas:

<https://eite.ulpgc.es/index.php/es/formacion/grado-en-ingenieria-en-tecnologias-de-latelecomunicacion/objetivos-y-competencias>

Objetivos:

OBJ-1. Conocer el concepto de carga eléctrica y la naturaleza de la interacción de las mismas cuando están en reposo.

OBJ-2. Comprender los conceptos de campo y potencial eléctricos y diferencia de potencial.

OBJ-3. Comprender el concepto de circulación y flujo de un campo y conocer sus aplicaciones.

OBJ-4. Conocer el concepto de conductor y entender su comportamiento en situaciones de equilibrio electrostático.

OBJ-5. Estar familiarizado con el concepto de condensador y conocer sus aplicaciones en circuitos eléctricos y electrónicos.

OBJ-6. Saber qué es la corriente eléctrica, cómo se caracteriza y entender el fenómeno de conducción eléctrica en conductores y semiconductores.

OBJ-7. Comprender el concepto de campo magnético y sus fuentes y saber cómo interactúan las corrientes eléctricas entre sí.

OBJ-8. Conocer el fenómeno de la inducción electromagnética y sus implicaciones en los mecanismos de obtención de energía en nuestra sociedad.

OBJ-9. Conocer las ecuaciones de Maxwell, las ondas electromagnéticas y su espectro y aplicaciones.

OBJ-10. Conocer y entender cómo interacciona la materia con la radiación electromagnética.

OBJ-11. Conocer la naturaleza ondulatoria de la luz, así como las leyes básicas de la óptica geométrica y la formación de imágenes en sistemas ópticos simples.

OBJ-12. Manejar con la destreza y habilidad adecuadas las operaciones básicas del álgebra y el cálculo vectorial.

OBJ-13. Desarrollar la capacidad para la resolución de problemas y casos prácticos, escogiendo los modelos físicos más apropiados para la representación de los mismos y sintetizando convenientemente los conceptos aprendidos.

OBJ-14. Manejar adecuadamente la instrumentación necesaria para la realización de las prácticas en el laboratorio.

OBJ-15. Ser capaz de elaborar con corrección las memorias de prácticas, redactando las mismas con coherencia y continuidad, utilizando el lenguaje científico-técnico adecuado y recurriendo a argumentos objetivos para discutir de forma crítica los aspectos más relevantes de cada una de las

experiencias.

OBJ-16. Escuchar y respetar las opiniones de otros compañeros en todas aquellas actividades que requieran de una puesta en común o un trabajo en grupo.

OBJ-17. Comunicar las dudas, opiniones o ideas personales relativas a cualquier aspecto tratado en la asignatura (a) por un lado, sin miedo a estar equivocado, pero acompañadas de una reflexión previa y (b) por otro, con la humildad suficiente para, si existe, aceptar el error y corregirlo.

OBJ-18. Aprender y valorar que los principios, modelos y teorías físicas que conforman el programa de la asignatura responden a un esfuerzo para la interpretación y mejor conocimiento de la realidad.

OBJ-19. Fomentar el espíritu crítico y la curiosidad por aquello que se estudia, comprendiendo que las teorías científicas no son cerradas, sino que pueden ser debatidas y cuestionadas y que, justamente, en este hecho se basa la evolución del conocimiento y la construcción científica.

OBJ-20. Fomentar el interés por la física en general y por conocer el por qué de las cosas en nuestro mundo, entendiendo que el conocimiento de los fundamentos y leyes básicas que gobiernan un determinado fenómeno permiten explicar sin dificultad cada uno de los casos particulares y concretos que de él se derivan.

Contenidos:

Contenidos recogidos en la ficha de la asignatura:

-Introducción a la acústica.

-Conceptos de teoría de campos: campos escalares y vectoriales, definición y significado físico de gradiente, divergencia y rotacional, teoremas de Gauss y Stokes.

-Campo electrostático: carga eléctrica e intensidad de campo eléctrico, leyes de Coulomb y de Gauss, potencial electrostático, energía el campo electrostático.

-Interacción del campo eléctrico con los medios materiales: aplicaciones. Campo electrostático en conductores y corriente de conducción, dieléctricos y vector desplazamiento eléctrico, condensadores y energía de un condensador, campo eléctrico en la superficie de separación de medios, otras aplicaciones del campo electrostático.

-Campo magnético estacionario: fuerza de Lorenz y vector inducción magnética, fuentes del campo magnético, ley de Biot-Savart, ley de Gauss para el campo magnético, ley de Ampere, energía el campo magnético, interacción del campo magnético con medios materiales y aplicaciones.

-Campo electromagnético cuasi-estacionario: inducción electromagnética y campo eléctrico inducido, flujo magnético y ley de Faraday-Lenz, inductancia, densidad de corriente de desplazamiento, energía del campo cuasi-estacionario, aplicaciones del campo electromagnético cuasi-estacionario.

-Ecuaciones de Maxwell: enunciado y significado físico, campos electromagnéticos variables en el tiempo, ecuación de ondas y ondas electromagnéticas, energía y potencia electromagnética.

-Espectro electromagnético: propiedades generales y aplicaciones de las ondas electromagnéticas, naturaleza electromagnética de la luz.

-Óptica geométrica: leyes de reflexión y refracción, principio de Huygens.

(a) CONTENIDOS TEÓRICOS

Tema 1. ELECTROSTÁTICA.

(Competencias:CB1,CB2,CB3,CB5,CFB3,CR3)

(Objetivos:OBJ1,OBJ2,OBJ4,OBJ5,OBJ12,OBJ13,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

1.1. Carga eléctrica: propiedades.

1.2. Ley de Coulomb.

1.3. Campo eléctrico.

1.4. Movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos.

1.5. Circulación y flujo del campo electrostático. Potencial eléctrico. Ecuaciones de Laplace y Poisson.

- 1.6. Cálculo del campo y potencial electrostáticos.
- 1.7. Conductores y dieléctricos.
- 1.8. Propiedades de un conductor cargado en equilibrio.
- 1.9. Capacidad de un conductor. Condensadores.
- 1.10. Polarización de un dieléctrico. Vectores polarización y desplazamiento.
- 1.11. Energía del campo electrostático.

Tema 2. MAGNETOSTÁTICA.

(Competencias:CB1,CB2,CB3,CB5,CFB3,CR3)

(Objetivos:OBJ12,OBJ13,OBJ6,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

- 2.1. Definición de corriente eléctrica. Intensidad de corriente. Densidad de corriente.
- 2.2. Resistencia eléctrica. Ley de Ohm. Fuerza electromotriz.
- 2.3. Ley de Joule.
- 2.4. Teoría microscópica clásica de la conducción eléctrica.
- 2.5. Modelo de bandas de la conducción eléctrica. Conducción en semiconductores.
- 2.6. Fuerza magnética. Campo magnetostático.
- 2.7. Movimiento de partículas con carga en el seno de campos magnéticos.
- 2.8. Circulación y flujo del campo magnetostático.
- 2.9. Cálculo de campos y fuerzas magnetostáticos.
- 2.10. Medio magnetizado. Vector magnetización.
- 2.11. Vector intensidad magnética.
- 2.12. Susceptibilidad magnética. Diamagnetismo y paramagnetismo.
- 2.13. Ferromagnetismo. Histéresis.

Tema 3. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DEPENDIENTES DEL TIEMPO.

(Competencias:CB1,CB2,CB3,CB5,CFB3,CR3)

(Objetivos:OBJ8,OBJ9,OBJ10,OBJ12,OBJ13,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

- 3.1. Ley de Faraday-Lenz.
- 3.2. Fuerza electromotriz de movimiento.
- 3.3. Corriente de desplazamiento. Ley de Ampere-Maxwell.
- 3.4. Coeficientes de inducción.
- 3.5. Ejemplos de circuitos magnéticos.
- 3.6. Energía magnética de un sistema de circuitos filiformes.
- 3.7. Distribución de la energía en el campo magnético.
- 3.8. Ecuaciones generales del campo electromagnético: ecuaciones de Maxwell.
- 3.9. Ondas electromagnéticas. Estudio de ondas planas armónicas.
- 3.10. Energía y cantidad de movimiento de las ondas electromagnéticas.
- 3.11. Espectro de las ondas electromagnéticas. Aplicaciones.
- 3.12. Óptica geométrica: Leyes de reflexión y refracción. Principio de Huygens.

Tema 4. INTRODUCCIÓN A LA ACÚSTICA.

(Competencias:CB1,CB2,CB3,CB5,CFB3,CR3)

(Objetivos:OBJ12,OBJ13,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

- 4.1. Principios de vibraciones mecánicas y fenómenos ondulatorios.
- 4.2. Onda acústica plana y esférica. Magnitudes y fenómenos ondulatorios.
- 4.3. Análisis de Fourier de una onda acústica. Espectro acústico de un sonido.
- 4.4. El oído humano. Umbral de audición. Niveles sonoros.
- 4.5. Sonoridad. Nivel de sonoridad. Ley de Weber.
- 4.6. Reverberación: tiempo de reverberación.
- 4.7. Tono y timbre de un sonido. Escalas auditivas.

(b) CONTENIDOS PRÁCTICOS

Las prácticas de esta asignatura se realizarán en los laboratorios de Física I y II, localizados ambos

en el módulo del Departamento de Física en el Edificio de Ciencias Básicas.

Práctica 1. Introducción a la herramienta de simulación computacional. (Competencias: CT2, CB1, CB2, CB3, CB5, CFB3, CR3)

(Objetivos: OBJ14,OBJ15,OBJ16,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

Práctica 2. Estudio mediante simulación computacional del campo electrostático en espacio libre y en dieléctricos.

(Competencias: CT2, CB1, CB2, CB3, CB5, CFB3, CR3)

(Objetivos: OBJ14,OBJ15,OBJ16,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

Práctica 3. Estudio mediante simulación computacional del campo magnetostático en espacio libre y en medios materiales.

(Competencias: CT2, CB1, CB2, CB3, CB5, CFB3, CR3)

(Objetivos: OBJ14,OBJ15,OBJ16,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

Práctica 4. Estudio mediante simulación computacional del campo electromagnético variable en el tiempo.

(Competencias: CT2, CB1, CB2, CB3, CB5, CFB3, CR3)

(Objetivos: OBJ14,OBJ15,OBJ16,OBJ17,OBJ18,OBJ19,OBJ20)

Dedicación del estudiante desglosada por temas:

Tema 1.

Horas presenciales del estudiante: 12

Clase Teórica: 8 h.

Clase práctica de aula: 4 h.

Horas no presenciales del estudiante: 13

Trabajo teórico: 6 h.

Estudio teórico y práctico: 7 h.

Horas totales del estudiante: 25

Tema 2.

Horas presenciales del estudiante: 11

Clase Teórica: 7 h.

Clase de práctica en aula: 4 h.

Horas no presenciales del estudiante: 6

Trabajo teórico: 2 h.

Estudio teórico y práctico: 4 h.

Horas totales del estudiante: 16

Tema 3.

Horas presenciales del estudiante: 17

Clase teórica: 13 h.

Clase de práctica en aula: 4 h.

Horas no presenciales del estudiante: 21

Trabajo teórico: 8 h.

Estudio teórico y práctico: 13 h.

Horas totales del estudiante: 41

Tema 4.

Horas presenciales del estudiante: 8

Clase teórica: 6 h.

Clase de práctica en aula: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 8
Trabajo teórico: 2 h.
Estudio teórico y práctico: 6 h.
Horas totales del estudiante: 16.

Práctica de laboratorio 1.
Horas presenciales del estudiante: 1
Laboratorio: 1 h.
Horas no presenciales del estudiante: 3
Trabajo práctico: 2 h.
Horas totales del estudiante: 4

Práctica de laboratorio 2.
Horas presenciales del estudiante: 2
Laboratorio: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 3
Trabajo práctico: 3 h.
Horas totales del estudiante: 5

Práctica de laboratorio 3.
Horas presenciales del estudiante: 2
Laboratorio: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 3
Trabajo práctico: 3 h.
Horas totales del estudiante: 5

Práctica de laboratorio 4.
Horas presenciales del estudiante: 2
Laboratorio: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 3
Trabajo práctico: 3 h.
Horas totales del estudiante: 5

Clase tutelada 1:
Horas presenciales del estudiante: 1h
Tutoría: 1 h.
Horas no presenciales del estudiante: 0,5h
Trabajo práctico: 0,5h h
Horas totales del estudiante: 1,5h

Clase tutelada 2.
Horas presenciales del estudiante: 2h
Tutoría: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 0,5h
Trabajo práctico: 0,5h h
Horas totales del estudiante: 2,5h

Prueba parcial escrita.
Horas presenciales del estudiante: 2
Evaluación: 2 h.
Horas no presenciales del estudiante: 0
Horas totales del estudiante: 2

Metodología:

A continuación se indica el desglose de las diferentes metodologías docentes describiendo la metodología propia de cada acción:

TIPO DE ENSEÑANZA: PRESENCIAL

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA:

- CLASE TEÓRICA (34 horas)
- CLASE PRÁCTICA DE AULA (14 horas)
- LABORATORIO (7 horas)
- TUTORÍAS (3 horas)
- EVALUACIÓN (2 horas)

TIPO DE ENSEÑANZA: NO PRESENCIAL

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA:

- TRABAJO TEÓRICO (18 horas)
- ESTUDIO TEÓRICO (30 horas)
- TRABAJO PRÁCTICO (12 horas)
- ESTUDIO PRÁCTICO (0 horas)

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, la metodología y el material de apoyo sería:

TIPO DE ENSEÑANZA: NO PRESENCIAL

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA:

- CLASE TEÓRICA (34 horas). A realizar en tiempo real mediante aplicaciones de videoconferencia, vídeos tutoriales (de elaboración propia) o una combinación de ambas opciones.
- PRÁCTICA DE AULA (14 horas). A realizar en tiempo real mediante aplicaciones de videoconferencia, vídeos tutoriales (de elaboración propia) o una combinación de ambas opciones.
- LABORATORIO (7 horas). A realizar en tiempo real mediante aplicaciones de videoconferencia, vídeos tutoriales (de elaboración propia), herramientas de simulación o una combinación de las opciones anteriores.
- TUTORÍAS (3 horas). A realizar mediante aplicaciones de videoconferencia.
- EVALUACIÓN (2 horas). A realizar mediante herramientas de campus virtual (tareas, cuestionarios, ...) y aplicaciones de videoconferencias. Será de aplicación la normativa vigente para la verificación de autenticidad de los intervinientes en la prueba y prevención de fraude.
- TRABAJO TEÓRICO (18 horas)
- ESTUDIO TEÓRICO (30 horas)
- TRABAJO PRÁCTICO (12 horas)
- ESTUDIO PRÁCTICO (0 horas)

Las actividades de coordinación de esta signatura son las siguientes:

- Una reunión antes de comenzar las clases para establecer los aspectos generales de la asignatura durante todo el cuatrimestre: parciales, pruebas prácticas y trabajos a lo largo del curso.
- Al finalizar cada bloque se hace una reunión de evaluación de las clases de dicho bloque.
- Reunión final en la que se evalúa la evolución de la asignatura y se ponen las calificaciones de los estudiantes.

Evaluación:

Criterios de evaluación

Los criterios que se han seguido para establecer el sistema de evaluación han sido:

1. Propiciar el logro de los objetivos y la adquisición de las competencias planteadas en el Plan de

Enseñanza de la asignatura.

2. Valorar el grado de adquisición de los resultados del aprendizaje planteados en el proyecto docente de la asignatura.

Por ello, se diseña un sistema de evaluación que combina la evaluación formativa continuada y una evaluación sumativa y final. En la calificación del alumno habrá componentes de valoración individual y componentes de valoración grupal.

Las actividades de evaluación a utilizar en la asignatura son:

a) Actividades que liberan materia.

1. Exámenes escritos.

Competencias evaluadas: CB1, CB3, CFB-3.

Tendrán una duración máxima de dos horas (examen parcial) o de cuatro (examen final). En ellos el alumno deberá responder tanto a cuestiones teóricas como prácticas (problemas), relacionadas con los contenidos de la asignatura. Con este tipo de pruebas se ayudará a la alumno a adquirir una mejor comprensión y dominio de los conceptos básicos de la asignatura (CFB3). Igualmente, se ayudará al discente a saber aplicar sus conocimientos a su trabajo (CB1), demostrando que posee y comprende conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria (CB3).

2. Actividades de laboratorio.

Realización de las prácticas de laboratorio y elaboración de los informes correspondientes.

Competencias evaluadas: CT2, CB1, CB2, CB3, CFB-3.

La valoración de las prácticas tendrá una componente individual (participación del alumno en la realización de la práctica en el laboratorio) y una componente grupal (valoración del informe y de la actitud del grupo de trabajo en el laboratorio). Las prácticas de laboratorio son una ayuda inestimable a las clases desarrolladas en el aula en la comprensión y el dominio de los conceptos básicos y leyes de la asignatura (CFB3). Además, el proceso que implica la realización de una práctica de laboratorio, y la elaboración del posterior informe, permite demostrar que el alumno posee y comprende los conocimientos del área de estudio (CB1), es capaz de aplicar los conocimientos a su trabajo (CB2) y de reunir e interpretar datos relevantes para la posterior emisión de un juicio u opinión acerca del resultado obtenido (CB3). Además, el hecho de realizar las prácticas en grupos permite a los alumnos cooperar con otras personas (CT2).

Actividades que no liberan materia.

a) Trabajos: Resolución de dos tareas, que consistirán de dos problemas cada una, a resolver a través de sendos cuestionarios dispuestos en el Campus Virtual de la asignatura. Competencias evaluadas: CT1, CFB3, CR1, CR2, CR3. Este tipo de actividades ayuda a mejorar la comprensión de la asignatura (CFB3) y ayuda a adquirir competencias de comunicación adecuada (CT1). Las dos tareas que se proponen al alumno se realizarán entre una y dos semanas antes de cada examen parcial. En ellas al alumno se le planteará una serie de problemas que deberá resolver. Para su realización, el alumno dispondrá de todo el material que estime necesario. La realización de trabajos individuales empleando todo el material que el alumno estime necesario aumenta la capacidad de aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuadas para el desarrollo de sistemas de telecomunicación (CR1) y de utilizar aplicaciones informáticas y de búsqueda de recursos bibliográficos (CR2, CR3).

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, dado que la asignatura se puede realizar íntegramente por vía telemática, los criterios y fuentes para la evaluación serían los mismos. A tal efecto se utilizarían aplicaciones de videoconferencia, herramientas de evaluación a través del Campus Virtual, o una combinación de ambas opciones.

Sistemas de evaluación

El sistema de evaluación diseñado para la asignatura tiene dos posibilidades: una evaluación continua o una evaluación final.

La evaluación continua, que se desarrolla a lo largo del semestre, consta de los elementos que se desglosan a continuación:

(a) Pruebas escritas: (70%)

1. Examen parcial: versará sobre contenidos del tema 1 y tema 2 (que se realizará la semana 10 del curso).

2. Prueba escrita final (examen de convocatoria). Aquellos alumnos que hayan superado el examen parcial solo tendrán que presentarse a los contenidos de los Temas 3 y 4. El resto de alumnos deberá examinarse de los contenidos de la asignatura completa.

(b) Trabajos de aula (10%)

1. Tarea de aula 1, que versará sobre contenidos del tema 1 y tema 2 (que se realizará la semana 6 del curso).

2. Tarea de aula 2, que versará sobre contenidos de los temas 2 y 3 (que se realizará la semana 12 del curso).

(b) Actividades de Laboratorio (15%)

Realización de las cuatro prácticas de laboratorio y entrega de los informes correspondientes.

(c) Participación y asistencia a clase (5%).

Con este sistema de evaluación continua se puede alcanzar el 100% de la calificación final. El sistema de evaluación continua sólo es válido para la Convocatoria Ordinaria y para que un alumno se pueda acoger a él debe haber asistido al menos a un 50% de las clases teóricas, prácticas de aula o de laboratorio programadas.

Sistema de evaluación final. Aquellos alumnos que no sigan el sistema de evaluación continua o no superen la asignatura mediante ese sistema de evaluación, podrán obtener el 100% de la calificación de la asignatura realizando el examen de Convocatoria Ordinaria.

Finalmente, para las convocatorias Extraordinaria y/o Especial, el sistema de evaluación continua no es aplicable. El alumno podrá obtener el 100% de la calificación de la asignatura en ambas convocatorias realizando el pertinente examen de convocatoria.

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, dado que la asignatura se puede realizar íntegramente por vía telemática, el sistema de evaluación sería el mismo. A tal efecto se utilizarían aplicaciones de videoconferencia, herramientas de evaluación a través del Campus Virtual, o una combinación de ambas opciones.

Criterios de calificación

Los criterios de calificación de las actividades de evaluación propuestas en la evaluación continua y su ponderación son lo que a continuación se detallan:

1. La calificación del examen parcial y del final se realizará conforme a los siguientes criterios:

(a) la capacidad del alumno para proporcionar una respuesta correcta y razonada a las cuestiones teóricas que se le planteen.

(b) la capacidad del alumno para explicar el procedimiento seguido para la resolución de los problemas planteados así como las hipótesis necesarias para ello.

(c) el resultado final obtenido en los problemas y el uso de las unidades correctas.

(d) el orden y la claridad en la resolución de los problemas y en la respuesta a las cuestiones teóricas.

La ponderación del examen parcial es del 35%. Para aquel alumno que haya superado el examen parcial, la ponderación del examen final (Convocatoria Ordinaria) será del 35%. Para el alumno que no cumpla los requisitos de la evaluación continua, la ponderación del examen final (Convocatoria Ordinaria) será del 70%.

2. La calificación de las prácticas de laboratorio se realizará conforme a los siguientes criterios:

- (a) participación activa y colaboradora del alumno en su grupo de prácticas en el laboratorio.
- (b) obtención de resultados experimentales razonables y razonamiento crítico de los mismos
- (c) la calidad en la documentación y presentación del informe.

La ponderación de esta parte es del 15%.

3. La calificación de cada una de los dos trabajos propuestos en las clases tutorizadas se realizará atendiendo a la corrección y coherencia de los resultados obtenidos así como a la reflexión crítica sobre los mismos.

La ponderación de cada trabajo es del 5%.

4. Valoración de la asistencia y de la participación en las clases presenciales. La ponderación es del 5%. La participación se evaluará a través de la observación y contrastación del trabajo desarrollado por el el alumno en las clases prácticas de laboratorio y de aula y en las clases tutorizadas, así como por la entrega de los trabajos de aula.

Para aprobar la asignatura por evaluación continua es indispensable haber aprobado las prácticas de laboratorio el examen parcial y el examen final. La consideración de aprobado requiere alcanzar la calificación de 5 o superior sobre 10 puntos en prácticas de laboratorio, examen parcial y examen final.

5. Trabajos de aula serán considerados en la calificación final siempre que obtengan una calificación mínima de un 4 sobre 10 puntos. La calificación se realizará conforme a los siguientes criterios:

- a) La respuesta correcta a cada una de las cuestiones planteadas.
- b) La claridad, orden y seguimiento paso a paso de la justificación a las soluciones aportadas.
- c) La realización en tiempo y forma de la actividad en línea relacionada con este elemento evaluatorio.

Para aquellos alumnos que no estén sujetos a la evaluación continua en la Convocatorias Ordinaria, y siempre en la Convocatoria Extraordinaria y Especial, se les evaluará con un examen final. Los criterios de evaluación del mismo son:

- (a) la capacidad del alumno para proporcionar una respuesta correcta y razonada a las cuestiones teóricas que se le planteen.
- (b) la capacidad del alumno para explicar el procedimiento seguido para la resolución de los problemas planteados así como las hipótesis necesarias para ello.
- (c) el resultado final obtenido en los problemas y el uso de las unidades correctas.
- (d) el orden y la claridad en la resolución de los problemas y en la respuesta a las cuestiones teóricas.
- (e) La capacidad del estudiante para usar adecuadamente las herramientas utilizadas en las clases prácticas de laboratorio aplicadas a los contenidos de la asignatura.

La ponderación del examen final es del 100%. Aquellos alumnos que se presenten al examen final (en cualquier convocatoria) y no tengan aprobadas las prácticas de laboratorio deberán contestar en dicho examen final a dos cuestiones teóricas relacionadas con las prácticas de laboratorio. Para

superar el examen es indispensable que los alumnos superen las cuestiones relacionadas con las prácticas de laboratorio.

Otras consideraciones:

- Para aprobar cualquiera de los exámenes parciales o de convocatoria (en cualquier convocatoria) es indispensable responder correctamente al menos al 40% de los contenidos teóricos que se preguntan en dichos exámenes.

- Se recuerda que aquellos estudiantes que no hayan asistido de manera regular, al menos a un 70% de las clases teóricas, prácticas de aula y de laboratorio programadas, serán excluidos de la evaluación continua. Las ausencias por circunstancias objetivas y justificadas, según se recoge en el artículo 26 del "REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR EL ALUMNADO EN LOS TÍTULOS OFICIALES, TÍTULOS PROPIOS Y DE FORMACIÓN CONTINUA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA" no contabilizarán como tales, siempre que sean debida y oportunamente justificadas ante el profesor coordinador de la asignatura.

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, dado que la asignatura se puede realizar íntegramente por vía telemática, los criterios de calificación serían los mismos. A tal efecto se utilizarían aplicaciones de videoconferencia, herramientas de evaluación a través del Campus Virtual, o una combinación de ambas opciones.

Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)

Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)

La asignatura de Campos Electromagnéticos y Ondas pertenece al Módulo Básico del Grado, siendo además una asignatura de marcado carácter científico-básico. Es este carácter científico-básico el que marca el tipo de actividades y tareas que el alumno debe realizar, a saber:

1. En las clases teóricas. (AF1,AF10)

a) Actividad presencial: tomar apuntes, atender y participar en clase respondiendo a las preguntas del profesor.

b) Actividad no-presencial: completar apuntes tras la pertinente consulta de la bibliografía recomendada, estudiar la materia.

2. En las clases de prácticas en aula y tutorías. (AF1,AF2,AF3,AF7,AF8,AF9).

a) Actividad presencial: tomar apuntes de las indicaciones dadas por el profesor, resolución conjunta con el profesor de problemas planteados, resolución individual o en grupo de determinadas tareas o problemas.

b) Actividad no-presencial: resolución de las colecciones de problemas entregadas por el profesor, resolución y entrega de las tareas planteadas.

3. Laboratorio.(AF5,AF6,AF8,AF10).

a) Actividad presencial: completar el guión de prácticas con las explicaciones del profesor antes de la realización de las mismas, realización efectiva de la experiencia en el laboratorio.

b) Actividad no-presencial: lectura comprensiva del guión de prácticas previa a la realización de la misma, elaboración del informe de prácticas.

Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencial)

Semanas	Presencial						No Presencial						
	CLT	PTR	CPA	LAB	Tut	Eva	T.P	NP1	NP2	NP3	NP4	NP5	
T.NP													
Semana 1	4	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4
Semana 2	2	0	2	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4
Semana 3	2	0	2	0	0	0	4	0,5	3,5	0	0	0	4
Semana 4	4	0	0	1	0	0	5	0	0	0	3	0	3
Semana 5	0	0	2	0	0	0	2	0	4	0,5	0	0	4,5
Semana 6	2	0	2	2	0	0	6	0	0	0	1,5	0	1,5
Semana 7	4	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	3
Semana 8	2	0	2	0	0	0	4	0	3	0	1	0	4
Semana 9	0	0	0	0	1	0	1	0	2	3	2	0	7
Semana 10	0	0	0	2	0	2	4	1	2	0,5	0,5	0	4
Semana 11	4	0	0	0	0	0	4	0	2	0	2	0	4
Semana 12	2	0	2	2	0	0	6	0	1	0	1	0	2
Semana 13	4	0	0	0	0	0	4	0	2,5	0	1,5	0	4
Semana 14	4	0	0	0	0	0	4	0	3,5	0	0,5	0	4
Semana 15	0	0	2	0	2	0	4	1	2	1	0	0	4
Semana 16	0	0	0	0	0	0	0	0,5	7,5	0	0	0	8
Semana 17	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
Semana 18	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
Semana 19	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Semana 20	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4
Total	34	0	14	7	3	2	60	5	65	5	15	0	90

Actividades Presenciales
CLT: Clase teorica

PTR: Presentacion de trabajos de grupo
CPA: Clase practica de aula
LAB: Laboratorio
Tut: Tutoria
Eva: Evaluacion

Actividades No Presenciales

NP1: Trabajo teorico
NP2: Estudio teorico
NP3: Trabajo practico
NP4: Estudio practico
NP5: Actividades complementarias

“La planificación semanal presencial de la asignatura se puede encontrar en la herramienta ACADEMIC (usada en la organización docente del Centro y aprobada por Junta de Centro el 6 de junio de 2019), accediendo a través de la web de la EITE y seleccionando el enlace Horario por asignatura situado en la parte derecha (debajo del icono ACADEMIC) o accediendo al enlace: https://academic.ulpgc.es/institutions/2/events/calendar_by_subject”

Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.

Como se comentó anteriormente, el carácter científico-básico de la asignatura condiciona el tipo de actividades a desarrollar y también los recursos a utilizar. Éstos son:

1. Campus virtual de la asignatura.
2. Material del Laboratorio de Señales y Sistemas.
3. Material bibliográfico.
4. Herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos.
5. Herramientas y software ofimático.
6. Paquetes informáticos para la simulación y representación gráfica.

Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.

- R1. Conocer las magnitudes que definen los campos electromagnéticos y la relación de éstos con sus fuentes.
- R2. Saber formular e interpretar el significado físico de las ecuaciones de Maxwell en forma diferencial e integral.
- R3. Deducir y clasificar las relaciones que caracterizan las distintas manifestaciones del campo electromagnético a partir de las ecuaciones de Maxwell.
- R4. Identificar, cuantificar y medir los procesos de acumulación y transformación de la energía eléctrica y magnética en condensadores y bobinas.
- R5. Evaluar las circunstancias físicas que dan lugar a radiación y propagación de la energía electromagnética.
- R6. Identificar, describir y justificar las diversas aplicaciones de los campos electromagnéticos en ingeniería de telecomunicación.
- R7. Comprender y medir los efectos de la difracción de las ondas electromagnéticas.
- R8. Elaborar informes relativos a los procesos de medida de los efectos y propiedades de los campos y ondas electromagnéticas.

Relación entre resultados de aprendizaje y competencias:

1. El resultado de aprendizaje R1 está relacionado con las siguientes competencias: CG-6, CG-7,

CG-9, CB-3.

2. El resultado de aprendizaje R2 está relacionado con las siguientes competencias: CG-6, CG-7, , CG-8, CG-9, CB-3.

3. El resultado de aprendizaje R3 está relacionado con las siguientes competencias: CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3, CR3.

4. El resultado de aprendizaje R4 está relacionado con las siguientes competencias: CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3, CR-3.

5. El resultado de aprendizaje R5 está relacionado con las siguientes competencias: CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3, CR-3.

6. El resultado de aprendizaje R6 está relacionado con las siguientes competencias: CG-1, CG-2, CG-6, CG-7, CG-8, CG-9, CB-3, CR-1, CR2, CR-3.

Plan Tutorial

Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

Para la atención de los estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria, se ejecutará el Plan de Acción Tutorial definido por la EITE y aprobado en Junta de Centro para el curso académico actual (la normativa, formularios y documentación se encuentran en el sitio web de la EITE: <https://eite.ulpgc.es/index.php/es/areas/estudiantes-movilidad-y-practicaseexternas/plan-de-accion-tutorial>).

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, la atención tutorial individual se realizaría mediante aplicaciones de videoconferencia, campus virtual, y otras herramientas que pudieran ayudar en el correcto seguimiento de los estudiantes.

Atención presencial a grupos de trabajo

En el Plan Tutorial se contemplan dos sesiones de atención presencial a grupos de trabajo de dos horas y una hora de duración, respectivamente (Clases Tutorizadas). Estas sesiones se desarrollarán las semanas previas al examen parcial y las previas a la finalización del semestre.

En caso que la enseñanza presencial tuviera que transformarse a enseñanza no presencial, la atención tutorial individual se realizaría mediante aplicaciones de videoconferencia, campus virtual, y otras herramientas que pudieran ayudar en el correcto seguimiento de los estudiantes.

Atención telefónica

En el horario en el que los profesores de la asignatura realizan las tutorías individualizadas atenderán aquellas consultas telefónicas que sus alumnos puedan efectuar.

Atención virtual (on-line)

Los alumnos podrán plantear sus dudas y consultas haciendo uso del correo electrónico o de la aplicación de tutoría privada virtual del Campus Virtual. Los profesores de la asignatura responderán a las mismas en el horario de las sesiones de tutorías.

Datos identificativos del profesorado que la imparte.

Datos identificativos del profesorado que la imparte

Dr./Dra. Eduardo Hernández Pérez (COORDINADOR)

Departamento: 257 - FÍSICA

Ámbito: 385 - Física Aplicada

Área: 385 - Física Aplicada

Despacho: SEÑALES Y COMUNICACIONES

Teléfono: 928452969 **Correo Electrónico:** eduardo.hernandez@ulpgc.es

Dr./Dra. Juan Luis Navarro Mesa

Departamento: 257 - FÍSICA

Ámbito: 385 - Física Aplicada

Área: 385 - Física Aplicada

Despacho: SEÑALES Y COMUNICACIONES

Teléfono: 616779141 **Correo Electrónico:** juanluis.navarro@ulpgc.es

D/Dña. José Ramón Velázquez Monzón

Departamento: 257 - FÍSICA

Ámbito: 385 - Física Aplicada

Área: 385 - Física Aplicada

Despacho: SEÑALES Y COMUNICACIONES

Teléfono: **Correo Electrónico:** joseramon.velazquez@ulpgc.es

Bibliografía

[1 Básico] Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería /

David K. Cheng.

Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1997)

0201653753

[2 Básico] Fundamentos de aplicaciones en electromagnetismo /

Fawwaz T. Ulaby ; traducción, Rodolfo Navarro Salas ; revisión técnica, Gustavo Pérez López.

Pearson Educación,, Naucalpan de Juárez (México) : (2007) - (5ª ed. (1ª en español).)

0132413264 (ed. en inglés)

[3 Básico] Física universitaria /

Francis W. Sears [et al.].

Pearson Educación,, México : (2004) - (11ª ed.)

9702606721 (V.2) (Observaciones: Este título es ampliamente utilizado en el estudio del electromagnetismo y la óptica al nivel de este curso. Además, presenta una gran variedad de ejemplos y aplicaciones interesantes.)

[4 Básico] Fundamentals of acoustics /

Lawrence E. Kinsler ... [et al.].

John Wiley & Sons,, Hoboken (New Jersey) : (2000) - (4th ed.)

978-0-471-84789-2

[5 Básico] Ingeniería acústica /

Manuel Recuero López.

Autor-Editor,, Madrid : (1991)

8440484933

[6 Básico] Física para la ciencia y la tecnología /

Paul A. Tipler, Gene Mosca.

Reverté,, Barcelona [etc.] : (2010) - (6ª ed.)

9788429144260 (Física moderna) (Observaciones: Este título es ampliamente utilizado en el estudio del electromagnetismo y la óptica al nivel de este curso. Además, presenta una gran variedad de ejemplos y aplicaciones interesantes.)

[7 Básico] Problemas resueltos de la asignatura Ampliación de física /

Rafael Rodríguez Pérez, Juan Miguel Gil de la Fe, Ricardo Florido Hernández.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Reprografía y Publicaciones :, Las Palmas de Gran Canaria : (2005)

8489528985 (Observaciones: Libro de problemas que cubre todos los contenidos teóricos de la asignatura.)

[8 Recomendado] Física para ingeniería y ciencias /

Wolfgang Bauer, Gary D. Westfall.

McGraw Hill,, México D.F. : (2011)