

GUÍA DOCENTE

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Grado en Física

Cuarto Curso

I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura:	ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS
Nombre de la materia:	COMPLEMENTOS DE FÍSICA
Carácter:	OPTATIVA
Titulación:	GRADO EN FÍSICA
Profesores:	Miguel V. Andrés, José Luis Cruz y Antonio Díez

II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura Ondas Electromagnéticas aborda el estudio, desde los puntos de vista teórico y práctico, de los sistemas guadores de ondas electromagnéticas. Se trata de sistemas con simetría traslacional, como es el caso de las líneas de transmisión y las guías de ondas. Así mismo, se abordará el estudio de los fundamentos de la teoría de circuitos de guías de onda y los aspectos más básicos y generales de los dispositivos activos y pasivos relacionados con la generación y procesado de ondas electromagnéticas. Para cursar esta asignatura es fundamental el haber estudiado un curso de electromagnetismo básico que incluya las ecuaciones de Maxwell y su solución en ondas planas.

La asignatura tiene 6 créditos ECTS asignados, y su docencia está prevista en el primer cuatrimestre de cuarto curso.

La asignatura comienza con la solución de las ecuaciones de Maxwell en sistemas con simetría traslacional, fuera de las fuentes, introduciendo el concepto de modo y el espectro de modos de un sistema guador. Posteriormente se estudian los sistemas guadores más sencillos tipo línea de transmisión y guía de onda, así como las propiedades fundamentales de los modos de estos sistemas guadores. Finalmente, se plantea la teoría de circuitos para la descripción de componentes y dispositivos, y se estudian los componentes pasivos y activos elementales.

III.- VOLUMEN DE TRABAJO

TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HORAS
Asistencia a clases teórico-prácticas	3 horas/semana x 15 semanas	45 h
Sesiones prácticas de laboratorio	Realización de experimentos en el laboratorio: 5 sesiones x 3 horas/sesión	15 h
Preparación de trabajos	Resolución de tareas y ejercicios propuestos para hacer en casa y análisis de los resultados de los experimentos	40 h
Estudio-preparación contenidos teórico-prácticos	Teoría: 2 h/sem x 15 semanas = 30 h Experimentos: 1 h/sesión x 5 sesiones = 5 h	35 h
Estudio para preparación de exámenes	Preparación examen escrito (8 h) y preparación de la presentación (3 h)	11 h
Realización de exámenes	4 h de evaluación: 3.5 h examen escrito y 0.5 h/presentación	4 h
TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO		150 h

IV.- OBJETIVOS GENERALES

- Adquirir una visión amplia y unitaria de la propagación guiada de ondas electromagnéticas, estableciendo el procedimiento general para la obtención del espectro de modos de un sistema guiador.
- Conocer la fenomenología típica de la propagación guiada: atenuación, velocidad de propagación, dispersión, coeficiente de reflexión, relación de ondas estacionarias, adaptación de impedancias, relaciones de ortogonalidad.
- Estudiar las guías y resonadores más sencillos, sus características y sus aplicaciones.
- Adquirir un conocimiento básico de cómo abordar el estudio de sistemas más complejos: métodos perturbativos.
- Estudiar los principios de la teoría de circuitos para componentes y dispositivos construidos en guía de onda y analizar los componentes pasivos y activos fundamentales.

V.- CONTENIDOS MÍNIMOS

- Ecuaciones en valores propios de los modos de un sistema guiador
- Curva de dispersión de un modo: diagrama $\omega-\beta$
- Ecuación general de una línea de transmisión. Impedancia característica y factor de propagación
- Coeficiente de reflexión y relación de ondas estacionarias. Adaptación de impedancias.
- Espectro de modos guiados de una guía rectangular cerrada y de una lámina dieléctrica.
- Relaciones de ortogonalidad de los modos.
- Matriz de dispersión S.
- Filtros y divisores de potencia.
- Generadores y detectores de ondas electromagnéticas.

VI.- DESTREZAS QUE ADQUIRIR

- Saber obtener el espectro de modos guiados de estructuras guiadores sencillas y analizar las condiciones de propagación monomodo.
- Saber analizar la reflexión y transmisión en una discontinuidad en términos de las impedancias de las ondas involucradas y saber diseñar la adaptación de impedancias en casos sencillos.
- Saber emplear las relaciones de ortogonalidad para analizar aspectos energéticos de la transferencia de energía entre modos
- Saber calcular la modificación del factor de propagación de un modo debido a una perturbación pequeña de una guía.
- Saber establecer la forma de la matriz de dispersión S de un dispositivo de 2 o 3 puertos a partir de sus propiedades básicas.
- Saber identificar el fenómeno físicos fundamental involucrado en los distintos tipos de generadores de ondas electromagnéticas.
- Saber analizar los resultados de un experimento en el marco teórico correspondiente.

VII.- HABILIDADES SOCIALES O TRANSVERSALES

- Desarrollar la capacidad de idear estrategias para la resolución de problemas científicos.
- Desarrollar la capacidad de planificar y organizar el propio aprendizaje, basándose en el trabajo individual, a partir de la bibliografía y otras fuentes de información.
- Evaluar la importancia relativa de las diferentes causas que intervienen en un fenómeno.
- Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias para construir modelos simplificados que lo describan y poder así entender su comportamiento en otras situaciones.
- Ser capaz de efectuar una puesta al día de la información existente sobre un problema concreto, ordenarla y analizarla críticamente.
- Fomentar la capacidad para trabajar en grupo
- Argumentar y explicar de forma razonada tanto por escrito como oralmente.

VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

La planificación que se muestra a continuación es lógicamente orientativa ya que, dependiendo del ritmo de adquisición de competencias de los alumnos y del grado de madurez de sus conocimientos previos, puede resultar conveniente (o necesario) reajustar el cronograma siguiente.

Las horas que se indican en cada lección corresponden a la previsión de tiempo empleado en las clases teórico-prácticas.

Bloque I. Sistemas guidores con simetría traslacional.

Lección 1. Sistemas guidores con simetría traslacional (5)

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Ondas electromagnéticas guiadas en un sistema con simetría traslacional.
- 1.3. Espectro de modos de una guía. Propiedades de corte.
- 1.4. Dispersión en guías de onda. Diagrama $\omega-k$.
- 1.5. Potencia transportada por un modo.
- 1.6. Pérdidas en guías de onda.

Bloque II. Líneas de transmisión

Lección 2. Líneas de transmisión. Teoría de parámetros distribuidos (6)

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Transición de la teoría de campos a la teoría de parámetros distribuidos.
- 2.3. Ecuación general de una línea de transmisión.
- 2.4. Impedancia característica y factor de propagación.
- 2.5. Estudio de algunas líneas de transmisión.

Lección 3. Líneas de transmisión cargadas (5)

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Coeficiente de reflexión. Relación de ondas estacionarias.
- 3.3. Impedancia de entrada de una línea de transmisión.
- 3.4. Adaptación de impedancias.

Bloque III. Guías de onda

Lección 4. Guías cerradas homogéneas (5)

- 4.1. Introducción.
- 4.2. La guía rectangular.
- 4.3. La guía circular.

Lección 5. Guía superficiales (6)

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Guiado por una lámina dieléctrica.
- 5.3. Guiado por una fibra óptica.

Lección 6. Resonadores electromagnéticos (3)

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Parámetros de un resonador. Factor de calidad.
- 6.3. Cavidades resonantes: la cavidad paralelepípeda y la cavidad cilíndrica.
- 6.4. Resonadores dieléctricos

Lección 7. Métodos perturbativos y teoría de modos acoplados (4)

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Teorema de reciprocidad. Relaciones de ortogonalidad entre modos.
- 7.3. Métodos perturbativos.
- 7.4. Teoría general de modos acoplados.

Bloque IV. Teoría de circuitos. Dispositivos activos y pasivos

Lección 8. Teoría de circuitos (3)

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Tensiones y corrientes equivalentes en guías de onda.
- 8.3. Matrices de impedancias y admitancias.
- 8.4. Matriz de dispersión S.
- 8.5. Matriz de transmisión T. Conexión en cascada de componentes.

Lección 9. Dispositivos pasivos (4)

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Filtros en frecuencia.
- 9.3. Divisores de potencia.
- 9.4. Propagación de ondas electromagnéticas en ferritas. Circuladores y aisladores.
- 9.5. Otros dispositivos pasivos.

Lección 10. Dispositivos activos (4)

- 10.1. Introducción.
- 10.2. Generadores de microondas.
- 10.3. El diodo PIN y el diodo Schottky.
- 10.4 Otros dispositivos activos.

Cada sesión de laboratorio tendrá una duración de 3 horas y en total se realizarán 5 sesiones. El programa de contenidos de estas sesiones es:

- Caracterización experimental de líneas de transmisión: velocidad de propagación, atenuación, impedancia característica.
- Caracterización experimental de guías de onda: medida del factor de propagación y de los campos en guías cerradas y dieléctricas.
- Caracterización de dispositivos: medidas de transmisión y/o reflexión, adaptación de impedancias.

IX.- BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA

- S. Ramo, J.R. Whinnery y T. Van Duzer, "Campos y Ondas", John Wiley & Sons, 1965.
- K.C. Gupta, "Microondas", Limusa, 1983.
- N. Kashina, "Passive optical componentes for optical fiber transmission", Artech House, 1995.
- P.F. Combes, J. Graffeuil y J.F. Sautereau, "Microwave components, devices and active circuits", John Wiley & Sons, 1987.
- D.M. Pozar, "Microwave Engineering", Addison-Wesley, 1990.
- M. Zahn, Electromagnetic field theory (a problem solving approach), John Wiley, 1979.

X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para cursar esta asignatura es necesario que los estudiantes hayan cursado previamente las asignaturas Electromagnetismo I y II, así como las asignaturas de Matemáticas y Métodos Matemáticos.

XI.- METODOLOGÍA

La asignatura constará de dos tipos de clases con metodología diferenciada:

(a) Clases teórico-prácticas (3 horas/semana).

En estas clases se impartirán los contenidos teóricos básicos de la asignatura, así como ejemplos prácticos y cuestiones que mejor los ilustren. Se emplearán herramientas gráficas de presentación de contenidos, a través de transparencias de PowerPoint, incluyendo gráficas, dibujos, videos y animaciones. Así mismo, se realizarán demostraciones experimentales para la introducción de

(b) Clases prácticas de laboratorio (3 horas/sesión, 5 sesiones).

En estas clases se realizarán experimentos en el laboratorio, de acuerdo al procedimiento propuesto en una guía que siempre tendrá aspectos abiertos para una realización flexible que se adapte a las iniciativas del estudiante. Todos los experimentos tendrán aspectos cuantitativos que deberán contrastarse con cálculos teóricos.

XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

1) Exámen escrito:

Se realizará un examen escrito de, por ejemplo, 6 cuestiones que corresponderá a un 75 % de la evaluación de la asignatura. En este examen se plantearán cuestiones prácticas cortas, conceptos teóricos y pequeñas demostraciones teóricas. Se valorarán fundamentalmente la correcta argumentación y justificación de las respuestas.

2) Exposición de los resultados de un experimento y libreta de laboratorio:

El trabajo experimental se evaluará mediante la presentación oral de un resumen de uno de los experimentos y la libreta de laboratorio, que incluirá la realización de las cuestiones de cada sesión de laboratorio. Esta parte corresponderá al 25 % de la evaluación de la asignatura.