



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Física: Campos y ondas

Asignatura	Física: Campos y ondas			
Código	V05G306V01202			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Seleccione FB	Curso 2	Cuatrimstre 1c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Vazquez Alejos, Ana			
Profesorado	Vazquez Alejos, Ana			
Correo-e	analejos@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descripción general	<p>"Campos y Ondas" presenta el primer contacto del alumnado de la titulación con el fenómeno de la onda electromagnética, que es el soporte físico de la transmisión de la información a velocidad casi instantánea. Se introducirán los modelos matemáticos de los campos electromagnéticos que permiten comprender el comportamiento de las ondas electromagnéticas en entornos reales.</p> <p>Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.</p>			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	Descripción
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
C1	CE1/FB1 Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
C3	CE3/FB3 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.
C13	CE13/T8 Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
C20	CE20/T15 Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
C41	(CE41/SE3): Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.
D1	CT1 Desarrollar la autonomía suficiente para llevar a cabo trabajos del ámbito temático de las Telecomunicaciones en contextos interdisciplinarios.
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.
D3	CT3 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolver problemas de electromagnetismo aplicado aplicando las leyes de Maxwell, las propiedades de los campos eléctrico y magnético y las relaciones electromagnéticas constitutivas de la materia	B3	C1 C3	D3
Resolver problemas de electrostática y magnetostática: capacidad y autoinducción	B3	C1 C3	D3
Calcular los parámetros fundamentales de las ondas electromagnéticas: frecuencia, longitud de onda, constante de propagación, polarización, vector de Poynting, constante de fase, constante de atenuación.	B3	C1 C3 C13 C20	D3
Analizar la propagación de ondas en medios con y sin pérdidas.	B3 B4	C1 C3 C41	D1 D2 D3
Analizar la incidencia de las ondas sobre obstáculos o discontinuidades: descomposición en onda incidente, reflejada y transmitida	B3	C1 C3	D3

## Contenidos

Tema	
1. Análisis vectorial y diferencial de los campos	1.1 Campos escalares y vectoriales 1.2 Sistemas de coordenadas en el espacio 1.3 Álgebra vectorial 1.4 Operadores integrales 1.5 Operadores diferenciales 1.6 Propiedades de los operadores
2. Electroestática	2.1 Carga eléctrica 2.2 Campo eléctrico y sus propiedades 2.3 Potencial eléctrico 2.4 Permitividad eléctrica 2.5 Ley de Gauss 2.6 Ecuación de Laplace y Poisson. Capacidad
3. Magnetostática	3.1 Corriente eléctrica 3.2 Campo magnético y sus propiedades 3.3 Permeabilidad magnética 3.4 Ley de Ampere 3.5 Autoinducción
4. Modelo de Maxwell	4.1. Ecuaciones de Maxwell en forma integral 4.2. Forma diferencial de las ecuaciones de Maxwell 4.3. Condiciones de contorno 4.4. Variación temporal armónica y notación fasorial 4.5. Energía y densidad de potencia
5. Fundamentos y características de las ondas	5.1 Ecuación de onda en el dominio fasorial 5.2 Soluciones en coordenadas rectangulares 5.3 Parámetros de las ondas: frecuencia, longitud de onda, constante de propagación e impedancia del medio. 5.4 Vector de Poynting y densidad de potencia media 5.5 Ondas progresivas en medios con y sin pérdidas 5.6 Polarización
6. Ondas en presencia de obstáculos	6.1 Incidencia de ondas sobre conductores 6.2 Incidencia sobre discontinuidad entre dos medios 6.3 Onda incidente, reflejada y transmitida 6.4 Diagrama de onda estacionaria 6.5 Transmisión de potencia
P1. Álgebra vectorial y sistemas de coordenadas.	Repaso de operaciones con vectores en el espacio. Representación vectorial en los sistemas cartesiano, cilíndrico y esférico. Elementos diferenciales de longitud, superficie y volumen en los tres sistemas.
P2. Electroestática-I.	Integral de circulación del campo eléctrico. El dipolo eléctrico. Densidades lineal, superficial y volumétrica de carga. Potencial y campo eléctrico de distribuciones de carga. Principio de superposición de fuentes. Campo lejano.
P3. Electroestática-II.	Flujo del vector de desplazamiento eléctrico. Aplicación del teorema de Gauss integral y diferencial. Condensadores. Teoría de imágenes.
P4. Magnetostática.	Integración de densidades de corriente superficial y volumétrica. Campo magnético de distribuciones de corriente. Principio de superposición de fuentes. Aplicaciones de la Ley de Ampere integral y diferencial. Autoinducción. Teoría de imágenes.

P5. Modelo de Maxwell.	Aplicación de las leyes de Faraday y de Ampere-Maxwell. Representación fasorial y en el dominio del tiempo de campos electromagnéticos. Aplicación de las leyes de Maxwell.
P6. Fundamentos y características de las ondas.	Propagación de ondas planas. Parámetros de las ondas. Determinación de la polarización de ondas. Representación fasorial y en el dominio del tiempo de ondas planas.
P7. Ondas en presencia de Obstáculos.	Incidencia de una onda sobre un plano metálico. Incidencia de una onda plana en una discontinuidad entre dos medios dieléctricos. Onda estacionaria.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	24	42
Estudio de casos	27	36	63
Resolución de problemas	12	16	28
Examen de preguntas de desarrollo	2	4	6
Estudio de casos	2	4	6
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	3	5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el alumnado. Con esta metodología se trabajan las competencias B3, C1, C3 y D3.
Estudio de casos	Análisis de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución. Esta metodología se trabaja tanto en sesiones de grupo grande como de grupo mediano. Con esta metodología se trabajan las competencias B3, C1, C3 y D3.
Resolución de problemas	Se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumnado debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Complemento de la lección magistral. Con esta metodología se trabajan las competencias B3, C1, C3 y D3.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Resolución de problemas	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Estudio de casos	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas de desarrollo	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Estudio de casos	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Resolución de problemas y/o ejercicios	El alumnado recibirá atención personalizada durante los horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )

<b>Evaluación</b>					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas de desarrollo	Prueba individual para evaluación de las competencias que incluye preguntas abiertas sobre un tema. El alumnado debe desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tiene sobre la materia en una respuesta extensa.	35	B3	C1 C3	D3

Estudio de casos	Prueba individual para evaluación de las competencias que incluye el planteamiento de un caso práctico. El alumnado desarrolla el análisis de la situación con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución.	35	B3	C1 C3	D3
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba individual en la que el alumnado debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados	30	B3	C1 C3	D3

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Seguindo las directrices propias de la titulación se ofrecerá al alumnado que curse esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continuu y evaluación única al final del cuatrimestre.

En todas las pruebas de evaluación de la asignatura se evaluarán las competencias B3, C1, C3 y D3.

#### 1. EVALUACIÓN CONTINUA.

- El sistema de evaluación continua consistirá (en orden cronológico) en:
  - a) Resolución de problemas entregables o en clase práctica. La puntuación será ECa, que podrá valer hasta 1.5 puntos. Se requerirá alcanzar el 40% del máximo para que esta prueba tenga repercusión en la nota final.
  - b) Una sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre los temas 1, 2 y 3. La puntuación será ECb, cumpliéndose que el subtotal  $EC1=ECa+ECb$  pueda tener un valor máximo de 5 puntos.
  - c) Resolución de problemas entregables o en clase práctica. La puntuación será ECc, que podrá valer hasta 1.5 puntos. Se requerirá alcanzar el 40% del máximo para que esta prueba tenga repercusión en la nota final.
  - d) Una sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre los temas 4, 5 y 6. La puntuación será ECd, cumpliéndose que el subtotal  $EC2=ECc+ECd$  pueda tener un valor máximo de 5 puntos.
- La puntuación final de la oportunidad ordinaria para el alumnado que sigue evaluación continua (EC) se obtiene sumando los dos subtotales anteriores:  $EC=EC1+EC2$ , con la excepción de que si alguno de los dos subtotales es inferior a 1.5 (30% del máximo), la nota final estará limitada como máximo con "Suspenso (4.0)".
- La planificación de las diferentes pruebas de evaluación intermedia se aprobará en una Comisión Académica de Grado (CAG) y estará disponible al principio del cuatrimestre.
- Antes de la realización o entrega de cada prueba se indicará la fecha y procedimiento de revisión de las calificaciones obtenidas, que serán públicas en un plazo razonable de tiempo.
- Las pruebas de evaluación continua no son recuperables, es decir, si no pueden realizarse en el plazo estipulado el profesorado no tiene obligación de repetírselas.
- La calificación obtenida en las pruebas de evaluación continua (EC1 y EC2) serán válidas tan solo para el curso académico en el que se realicen.
- Se entenderá que el alumnado se acoge a este sistema si se presenta a hacer la prueba "ECb" de evaluación continua.

#### 2. EVALUACIÓN GLOBAL DE FINAL DE CUATRIMESTRE.

- Será obligatoria para el alumnado que no sigue evaluación continua para poder aprobar la asignatura en oportunidad ordinaria.
- Consistirá en una sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre los temas 1 a 6. La puntuación será EF, y tendrá el mismo requisito de alcanzar el 30% del máximo posible en cada una de las dos partes correspondientes a los temas 1 a 3 (parte 1) y 4 a 6 (parte 2).

#### 3. EVALUACIÓN DE OPORTUNIDAD EXTRAORDINARIA

- Alumnado que siguió la evaluación continua:
  - El examen de oportunidad extraordinaria estará dividido en dos partes: EX1 (temas 1 a 3) con un valor máximo de 5 puntos, y EX2 (temas 4 a 6) con un valor máximo de 5 puntos.
  - El alumnado que siguió la evaluación continua escogerá si hacer: sólo EX1, sólo EX2 o ambas partes. La nota final será:  $EF = \max(EX1, EC1) + \max(EX2, EC2)$ .
  - Alumnado que no siguió la evaluación continua. Consiste en una evaluación única con el mismo formato que

la de oportunidad ordinaria (una sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre los temas 1 a 6). La puntuación será EF, y tendrá el mismo requisito de alcanzar el 30% del máximo posible en cada una de las dos partes correspondientes a los temas 1 a 3 (parte 1) y 4 a 6 (parte 2).

#### 4. CONVOCATORIA DE FIN DE CARRERA

- Tendrá el mismo formato que la evaluación global de final de cuatrimestre

#### 5. OBSERVACIONES

- Se considera presentado a quien escogió evaluación continua o se presentó a cualquiera de los dos exámenes globales finales de oportunidad ordinaria o extraordinaria.
- Se considera que la materia está aprobada si la nota final es igual o superior a 5 y en cada parte se alcanza al menos el 30% del máximo posible. Si alguno de los dos subtotales es inferior al 30% del máximo, la nota final estará limitada como máximo con "Suspenso (4.0)".
- En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas, la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.
- Materia del programa English Friendly: El alumnado internacional podrá solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés

---

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

F. T. Ulaby, U. Ravaioli, **Fundamentals of Applied Electromagnetics**, Global Edition 7/e, Pearson Education Limited, 2015

D. K. Cheng, **Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería**, Addison Wesley, 1998

Antonio Pino, F. Obelleiro, **Apuntes de clase**, ( moovi.uvigo.gal/), 2020

##### Bibliografía Complementaria

D. K. Cheng, **Fundamentals of Engineering Electromagnetics**, New International Edition, Pearson, 2013

David J. Griffiths, **Introduction to Electrodynamics**, 4ª Edición, Pearson Education Limited, 2012

Javier Fraile Peláez, **Apuntes de Electromagnetismo Básico**, moovi.uvigo.gal, 2023

J. R. Reitz, F. J. Milford, R. W. Christy, **Fundamentos de la Teoría Electromagnética**, 4ª Edición, Addison Wesley, 1996

F. Díos, D. Artigas, et al., **Campos Electromagnéticos**, Ediciones UPC, 1998

W. H. Hayt, J. A. Buck, **Teoría Electromagnética**, 8ª Edición, Mc Graw Hill, 2012

D. K. Cheng, **Field and Wave Electromagnetics**, 2ª Edición, Addison Wesley, 1998

M. F. Iskander, **Electromagnetic Fields and Waves**, 2ª Edición, Prentice Hall, 2012

---

#### Recomendaciones

##### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas: Cálculo I/V05G301V01101

Matemáticas: Cálculo II/V05G301V01106

##### Otros comentarios

Se recomienda al alumnado que repase todas las operaciones básicas con números complejos y funciones trigonométricas, así como el manejo de las diferentes técnicas de resolución de sistemas de ecuaciones lineales, cálculo de derivadas de funciones elementales y cálculo de integrales inmediatas.