



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Física: Campos e ondas

Materia	Física: Campos e ondas			
Código	V05G306V01202			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	FB	2	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
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>			
Descrición xeral	<p>"Campos y Ondas" presenta o primeiro contacto do alumnado da titulación co fenómeno da onda electromagnética, que é o soporte físico da transmisión da información a velocidade casi instantánea. Introduciránse os modelos matemáticos dos campos electromagnéticos que permiten comprender o comportamento das ondas electromagnéticas en entornos reais.</p> <p>Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.</p>			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código				
B3	CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.			
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.			
C1	CE1/FB1 Capacidade para a resolución dos problemas matemáticos que poidan exporse na enxeñaría. Aptitude para aplicar os coñecementos sobre: álgebra lineal; xeometría; xeometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuacións diferenciais e derivadas parciais; métodos numéricos; algorítmica numérica; estatística e optimización.			
C3	CE3/FB3 Comprensión e dominio dos conceptos básicos sobre as leis xerais da mecánica, termodinámica, campos e ondas e electromagnetismo e a súa aplicación para a resolución de problemas propios da enxeñaría.			
C13	CE13/T8 Capacidade para comprender os mecanismos de propagación e transmisión de ondas electromagnéticas e acústicas, e os seus correspondentes dispositivos emisores e receptores.			
C20	CE20/T15 Coñecemento da normativa e a regulación das telecomunicacións nos ámbitos nacional, europeo e internacional.			
C41	(CE41/SE3): Capacidade de realizar a especificación, implantación, documentación e posta en marcha de equipos e sistemas, electrónicos, de instrumentación e de control, considerando tanto os aspectos técnicos como as normativas reguladoras correspondentes.			
D1	CT1 Desenvolver a autonomía suficiente pa levar a cabo traballos do ámbito temático das Telecomunicacións en contextos interdisciplinares.			
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.			
D3	CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.			

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Resolver problemas de electromagnetismo aplicado aplicando as leis de Maxwell, as propiedades dos campos eléctrico e magnético e as relacións electromagnéticas constitutivas da materia.	B3	C1 C3	D3
Resolver problemas de electrostática e magnetostática: capacidade e autoinducción.	B3	C1 C3	D3
Calcular os parámetros fundamentais das ondas electromagnéticas: frecuencia, lonxitude de onda, constante de propagación, polarización, vector de Poynting, constante de fase, constante de atenuación.	B3	C1 C3 C13 C20	D3
Analizar a propagación de ondas en medios con e sen perdas.	B3 B4	C1 C3 C41	D1 D2 D3
Analizar a incidencia das ondas sobre obstáculos ou discontinuidades: descomposición en onda incidente, reflectida e transmitida	B3	C1 C3	D3

## Contidos

### Tema

1. Análise vectorial e diferencial dos campos	1.1 Campos escalares e vectoriais 1.2 Sistemas de coordenadas no espazo 1.3 Álgebra vectorial 1.4 Operadores integrais 1.5 Operadores diferenciais 1.6 Propiedades dos operadores
2. Electrostática	2.1 Carga eléctrica 2.2 Campo eléctrico e as súas propiedades 2.3 Potencial eléctrico 2.4 Permitividade eléctrica 2.5 Ley de Gauss 2.6 Ecuación de Laplace e Poisson. Capacidad
3. Magnetostática	3.1 Corriente eléctrica 3.2 Campo magnético e as súas propiedades 3.3 Permeabilidade magnética 3.4 Ley de Ampere 3.5 Autoinducción
4. Modelo de Maxwell	4.1. Ecuacións de Maxwell en forma integral 4.2. Forma diferencial das ecuacións de Maxwell 4.3. Condicións de contorno 4.4. Variación temporal harmónica e notación fasorial 4.5. Enerxía e densidade de potencia
5. Fundamentos e características das ondas	5.1 Ecuación de onda no dominio fasorial 5.2 Solucións en coordenadas rectangulares 5.3 Parámetros das ondas: frecuencia, lonxitude de onda, constante de propagación e impedancia do medio. 5.4 Vector de Poynting e densidade de potencia media 5.5 Ondas progresivas en medios con e sen perdas 5.6 Polarización
6. Ondas en presenza de obstáculos	6.1 Incidencia de ondas sobre condutores 6.2 Incidencia sobre descontinuidade entre dous medios 6.3 Onda incidente, reflectida e transmitida 6.4 Diagrama de onda estacionaria 6.5 Transmisión de potencia
P1. Álgebra vectorial e sistemas de coordenadas.	Repaso de operacións con vectores no espazo. Representación vectorial nos sistemas cartesiano, cilíndrico e esférico. Elementos diferenciais de lonxitude, superficie e volume nos tres sistemas.
P2. Electrostática-I.	Integral de circulación do campo eléctrico. O dipolo eléctrico. Densidades lineal, superficial e volumétrica de carga. Potencial e campo eléctrico de distribucións de carga. Principio de superposición de fontes. Campo afastado.
P3. Electrostática-II.	Fluxo do vector de desprazamento eléctrico. Aplicación do teorema de Gauss integral e diferencial. Condensadores. Teoría de imaxes.
P4. Magnetostática.	Integración de densidades de corrente superficial e volumétrica. Campo magnético de distribucións de corrente. Principio de superposición de fontes. Aplicacións da Lei de Ampere integral e diferencial. Autoinducción. Teoría de imaxes.
P5. Modelo de Maxwell.	Aplicación das leis de Faraday e de Ampere-Maxwell. Representación fasorial e no dominio do tempo de campos electromagnéticos. Aplicación das leis de Maxwell.

P6. Fundamentos e características das ondas.	Propagación de ondas planas. Parámetros das ondas. Determinación da polarización de ondas. Representación fasorial e no dominio do tempo de ondas planas.
P7. Ondas en presenza de Obstáculos.	Incidencia dunha onda sobre un plano metálico. Incidencia dunha onda plana nunha discontinuidade entre dous medios dieléctricos. Onda estacionaria.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	24	42
Estudo de casos	27	36	63
Resolución de problemas	12	16	28
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	4	6
Estudo de casos	2	4	6
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	3	5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos sobre a materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio ou proxecto a desenvolver polo alumnado. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B3, C1, C3 e D3.
Estudo de casos	Análise dun feito, problema ou suceso real coa finalidade de coñecelo, interpretalo, resolvelo, xerar hipótese, contrastar datos, reflexionar, completar coñecementos, diagnosticalo e adestrarse en procedementos alternativos de solución. Esta metodoloxía trabállase tanto en sesións de grupo grande como de grupo mediano. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B3, C1, C3 e D3.
Resolución de problemas	Formúlanse problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. O alumnado debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante o desenvolvemento de rutinas, a aplicación de fórmulas ou algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados. Complemento da lección maxistral. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B3, C1, C3 e D3.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Resolución de problemas	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Estudo de casos	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Probas	Descrición
Exame de preguntas de desenvolvemento	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Estudo de casos	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )
Resolución de problemas e/ou exercicios	O alumnado recibirá atención personalizada nos horarios de tutoría ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> )

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba individual para avaliación das competencias que inclúe preguntas abertas sobre un tema. O alumnado debe desenvolver, relacionar, organizar e presentar os coñecementos que ten sobre a materia nunha resposta extensa.	35	B3	C1 C3	D3
Estudo de casos	Proba individual para avaliación das competencias que inclúe a formulación dun caso práctico. O alumnado desenvolve a análise da situación coa finalidade de coñecelo, interpretalo, resolvelo, xerar hipótese, contrastar datos, reflexionar, completar coñecementos, diagnosticalo e adestrarse en procedementos alternativos de solución.	35	B3	C1 C3	D3

Resolución de problemas e/ou exercicios	Proba individual na que o alumnado debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante a exercitación de rutinas, a aplicación de fórmulas ou algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados	30	B3	C1 C3	D3
---	---	----	----	----------	----

## Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación ofrecerase ao alumnado que curse esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación única ao final do cuadrimestre.

En todas as probas de avaliación da asignatura avaliaranse as competencias B3, C1, C3 e D3.

### 1. AVALIACIÓN CONTINUA.

- O sistema de avaliación continua consistirá (en orde cronolóxica) en:
  - a) Resolución de problemas entregables ou en clase práctica. A puntuación será ECa, que poderá valer ata 1.5 puntos. Requerirase acadar o 40% do máximo para que esta proba teña repercusión na nota final.
  - b) Unha sesión de resolución de problemas/cuestións sobre os temas 1, 2 e 3. A puntuación será ECb, cumpríndose que o subtotal  $EC1 = ECa + ECb$  poida ter un valor máximo de 5 puntos.
  - c) Resolución de problemas entregables ou en clase práctica. A puntuación será ECc, que poderá valer ata 1.5 puntos. Requerirase acadar o 40% do máximo para que esta proba teña repercusión na nota final.
  - d) Unha sesión de resolución de problemas/cuestións sobre os temas 4, 5 e 6. A puntuación será ECd, cumpríndose que o subtotal  $EC2 = ECc + ECd$  poida ter un valor máximo de 5 puntos.
  - A puntuación final da oportunidade ordinaria para o alumnado que segue avaliación continua ( EC) obtense sumando os dous subtotais anteriores:  $EC = EC1 + EC2$ , agás que algún dos dous subtotais sexa inferior a 1.5 (30% do máximo), nese caso a nota final estará limitada como máximo con "Suspenso (4.0)".
  - A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase nunha Comisión Académica de Grao ( CAG) e estará dispoñible ao principio do cuadrimestre
  - Antes da realización ou entrega de cada proba indícarase a data e procedemento de revisión das cualificacións obtidas, que serán públicas nun prazo razoable de tempo.
  - As probas de avaliación continua non son recuperables, é dicir, se non poden cumprirse no prazo estipulado, o profesorado non ten obriga de repetirlas.
  - A cualificación obtida nas probas de avaliación continua (EC1 e EC2) serán válidas tan só para o curso académico no que se realicen.
  - Entenderase que o alumnado se acolle a este sistema se se presenta a facer a proba "ECb" de avaliación continua.

### 2. AVALIACIÓN GLOBAL DE FINAL DE CUADRIMESTRE.

- Será obrigatoria para o alumnado que non segue avaliación continua para poder aprobar a materia en oportunidade ordinaria.
- Consistirá nunha sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre os temas 1 a 6. A puntuación será EF, e terá o mesmo requisito de alcanzar o 30% do máximo posible en cada unha das dúas partes correspondentes aos temas 1 a 3 (parte 1) e 4 a 6 (parte 2).

### 3. AVALIACIÓN NA OPORTUNIDADE EXTRAORDINARIA.

- Alumnado que seguiu a avaliación continua:
  - O examen de oportunidade extraordinaria estará dividido en dúas partes: EX1 (temas 1 a 3) cun valor máximo de 5 puntos, e EX2 (temas 4 a 6) cun valor máximo de 5 puntos.
  - O alumnado que seguiu a avaliación continua escollerá se facer: sólo EX1, sólo EX2 ou ambas partes. A súa nota final será:  $EF = \max(EX1, EC1) + \max(EX2, EC2)$ .
- Alumnado que non seguiu a avaliación continua. Consiste nunha avaliación única co mesmo formato que a de primeira oportunidade (unha sesión de resolución de problemas/cuestiones sobre os temas 1 a 6). A puntuación será EF, e terá o mesmo requisito de alcanzar o 30% do máximo posible en cada unha das dúas partes correspondentes aos temas 1 a 3 (parte 1) e 4 a 6 (parte 2).

#### 4. CONVOCATORIA DE FIN DE CARREIRA

- Terá o mesmo formato que avaliación global de final de cuatrimestre.

#### 5. OBSERVACIÓNS:

- Considérase presentado a quen escolleu avaliación continua ou se presentou a calquera dos dous exames únicos finais de oportunidade ordinaria ou extraordinaria.
- Considérase que a materia está aprobada se a nota final é igual ou superior a 5 e en cada parte alcázase polo menos o 30% do máximo posible. Se algún dos dous subtotaís é inferior ao 30% do máximo, a nota final estará limitada como máximo con "Suspenso (4.0)".
- En caso de detección de plaxio en calquera das probas, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.
- Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.

---

#### **Bibliografía. Fontes 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/](http://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](http://moovi.uvigo.gal/), 2023

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

F. Dios, 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

---

#### **Recomendacións**

##### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Matemáticas: Cálculo I/V05G301V01101

Matemáticas: Cálculo II/V05G301V01106

##### **Outros comentarios**

Recoméndase que o alumnado repase as operacións básicas con números complexos e funcións trigonométricas, utilización de técnicas de resolución de sistemas de ecuacións lineais, cálculo de derivadas de funcións elementais, e cálculo de integrais sinxelas.