



Escola de Enxeñaría de Telecomunicación

Páxina web

www.teleco.uvigo.es

Presentación

A Escola Enxeñaría de Telecomunicación, con acreditación institucional dende o 28/01/2019 (RD 420/2015), oferta un grao e catro másteres totalmente adaptados ao Espazo Europeo de Educación Superior, verificados pola ANECA axustándose ás Ordes Ministeriais CIN/352/2009 e CIN/355/2009.

Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (GETT) - Bachelor's Degree in Telecommunication Technologies Engineering

(Acreditado EUR-ACE®, 15/04/2019; Plan de Excelencia Ulteira 2020 da Xunta de Galicia).

O Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación habilita para o exercicio das profesións reguladas de enxeñaría técnica. As profesións reguladas son aquelas para que o exercicio require cumprir unha condición especial que, xeralmente, é estar en posesión dun determinado título académico. Na actualidade, réxense polo Real Decreto 1837/2008. O Espazo Europeo de Educación Superior (EEES) determinou que as atribucións profesionais pódense adquirir coa titulación de grao (Enxeñeiros e Enxeñeiras Técnicos) ou coa titulación de mestrado universitario (Enxeñeiros e Enxeñeiras).

O GETT foi seleccionado para participar no Plan de Excelencia do Sistema Universitario de Galicia Ulteira 2020, no que se recolle un conxunto de accións que teñen como obxectivo que as universidades galegas poidan dar un novo salto de calidade. Ao abeiro deste plan, a partir do curso 2018/19 **ofértase un itinerario en inglés para que, os alumnos e alumnas que o desexen, podan cursar nesta lingua ata o 80% dos créditos da titulación.**

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/diptico-uvigo-eet-grao-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/gett>

Máster en Enxeñaría de Telecomunicación

Determinadas profesións reguladas necesitan un nivel de estudos maior e así, para poder exercelas, requírese ter cursado un mestrado universitario habilitante. O Mestrado en Enxeñaría de Telecomunicación é un mestrado con atribucións profesionais plenas de Enxeñeiro e Enxeñeira de Telecomunicación, regulado pola Orde Ministerial CIN/355/2009 de 9 de febreiro de 2009 e publicado no BOE nº 44 de 20/02/2009.

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/diptico-uvigo-eet-master-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/mit>

Mestrados Interuniversitarios

A oferta educativa actual do centro complétase con diferentes mestrados interuniversitarios interrelacionados co sector empresarial.

Master Interuniversitario en Ciberseguridade; www: <https://www.munics.es/>

Máster Interuniversitario en Matemática Industrial: www: <http://m2i.es>

Equipo directivo

EQUIPO DIRECTIVO DO CENTRO

Directora: Rebeca Pilar Díaz Redondo (teleco.direccion@uvigo.gal)

Secretaría e Subdirección de Novas Titulacións: Pedro Rodríguez Hernández
(teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal;teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal)

Subdirección de Organización Académica: Pedro Comesaña Alfaro (teleco.subdir.academica@uvigo.gal)

Subdirección de Relaciones Internacionais e Subdirección de Infraestructuras: María Verónica Santalla del
Río (teleco.subdir.internacional@uvigo.gal; teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.gal)

Subdirección Difusión e Captación: Laura Docio Fernández (teleco.subdir.captacion@uvigo.gal)

Subdirección de Calidade: Ana María Cao Paz(teleco.subdir.calidade@uvigo.gal)

COORDINACIÓN DO GRAO EN ENXEÑARÍA DE TECNOLOXÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinadora Xeral: Lucía Costas Pérez (teleco.grao@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-gett/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO EN ENXEÑARÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinador Xeral: Manuel García Sánchez (teleco.master@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-met/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIBERSEGURIDADE

Coordinada Xeral: Ana Fernández Vilas (teleco.munics@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-munics/>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL

Coordinadora Xeral: Elena Vázquez Cendón (USC)

Coordinador UVIGO: José Durany Castrillo (durany@dma.uvigo.es)

<http://www.m2i.es/?seccion=coordinacion>

COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN VISIÓN POR COMPUTADOR

Coordinador Xeral: Xose Manuel Pardo López (USC)

Coordinador UVIGO: José Luis Alba Castro (jalba@gts.uvigo.es)

<https://www.imcv.eu/legal-notice/>

COORDINADOR DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIENCIA E TECNOLOXÍAS DE INFORMACIÓN CUÁNTICA

Coordinador Xeral: Javier Mas (USC)

Coordinador UVIGO: Manuel Fernández Veiga(teleco.mqist@uvigo.es)

<https://quantummastergalicia.es/info>

Materias			
Curso 1			
Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
10414-76017	Sistemas distribuidos	1c	5
10414-76018	Radio	1c	5
10414-76019	Tratamiento de señal en comunicaciones	1c	5
10414-76020	Sistemas electrónicos digitales avanzados	1c	5
10414-76021	Redes integradas	2c	5
10414-76022	Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones	2c	5
10414-76023	Acondicionadores de señal y sensores	2c	5
10414-76024	Ciberseguridad	2c	5
10414-76025	Distribución de contenidos multimedia	2c	5
10414-76026	Laboratorio de Redes Móviles	2c	5
10414-76027	Antenas	2c	5
10414-76028	Comunicaciones ópticas	2c	5
10414-76029	Laboratorio de radio	2c	5
10414-76030	Circuitos mixtos analógicos y digitales	2c	5
10414-76031	Codiseño hardware/software de sistemas empotrados	2c	5
10414-76032	Diseño y fabricación de circuitos integrados	2c	5
10414-76033	Comunicaciones digitales avanzadas	2c	5
10414-76034	Codificación de fuente y canal	2c	5
10414-76035	Codificación y gestión de información multimedia	2c	5
Curso -			
Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
10414-76038	Diseño avanzado de misiones espaciales y de exploración	1c	5
10414-76039	Electrónica de potencia en fotovoltaica	1c	5
10414-76040	Forensía y seguridad de datos (Data Forensics and Security (D4S))	1c	5
10414-76041	Inferencia en ingeniería	1c	5
10414-76042	Modelado y análisis de redes complejas	1c	5
10414-76046	Modelos de aprendizaje automático	1c	5

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas distribuidos				
Materia	Sistemas distribuidos			
Código	10414-76017			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Vilas, Ana			
Profesorado	García Méndez, Silvia			
Correo-e	avilas@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Este curso ofrece unha visión xeral dos principios e das tecnoloxías clave que sustentan os sistemas distribuídos modernos. O estudantado aprenderá a deseñar e despregar solucións eficientes e escalables, abordando retos como a coordinación, a virtualización, a computación na nube e a xestión de recursos en contornas distribuídas.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B9	Comprender e saber aplicar o funcionamento e organización da internet, as tecnoloxías e protocolos da internet de nova xeración, os modelos de compoñentes, software intermediario e servizos.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C8	Comunicar (de forma oral e escrita) as conclusións- e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C17	Realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamiento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento
C18	Resolver a converxencia, interoperabilidade e deseño de redes heteroxéneas con redes locais, de acceso e troncais, así como a integración de servizos de telefonía, datos, televisión e interactivos
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñería de telecomunicación.
D4	Deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia			
Resultados previstos na materia		Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Comprender os principios fundamentais dos sistemas distribuídos, incluíndo a sincronización, a exclusión mutua e a concorrencia, así como os mecanismos de comunicación en grupo.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Aplicar e analizar algoritmos distribuídos clásicos, como os de consenso, quórum distribuído, etc. avaliando a súa eficiencia e robustez.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Identificar e empregar técnicas de virtualización, coñecendo o funcionamento de máquinas virtuais, contedores e a virtualización de funcións de rede, valorando as súas vantaxes e limitacións.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Diseñar arquitecturas seguindo os principios do continuum Cloud-Edge-Mist, avaliando as vantaxes que achega en canto a elasticidade, dispoñibilidade e eficiencia.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6

Deseñar estratexias de xestión eficiente de recursos, incluíndo asignación e planificación, almacenamento persistente, replicación, coherencia e balanceo de carga en contornos distribuídos.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Desenvolver e despregar sistemas distribuídos complexos, utilizando técnicas de orquestración e coreografía, metodoloxías de entrega continua e aplicando principios de usabilidade e deseño centrado no usuario.	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6

Contidos

Tema	
Entorno distribuídos	Sincronización, exclusión mutua e concorrencia. Comunicación en grupo. Algoritmos distribuídos clásicos (Consenso, quórum distribuído, Paxos, etc.). Multidifusión e as solucións gossip.
Virtualización.	Plataformas e técnicas. Máquinas virtuais e contedores. Virtualización da función de rede.
Cloud Computing.	Capa e Arquitecturas Cloud. Plataformas. Elasticidade e dispoñibilidade. Administración e Operación. Computación fluída: Cloud vs Edge vs Mist.
Xestión de recursos.	Asignación e planificación de recursos. Almacenamento persistente. Replicación e coherencia. Balanceo de carga.
Desenvolvemento de sistemas.	Compoñentes e servizos. Orquestración e coreografía. Desenvolvemento baseado na entrega continua. Usabilidade e deseño centrado no usuario.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	19	34	53
Estudo previo	0	25	25
Flipped Learning	9	9	18
Resolución de problemas	8	9	17
Práctica de laboratorio	2	0	2
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	O estudantado realizará un conxunto de prácticas no laboratorio relacionadas co deseño e despregue dun sistema distribuído, seguindo os principios arquitectónicos do continuum cloud-edge-mist, así como os estándares de entrega continua.
Estudo previo	Proporcionarase ao estudante o material necesario para o estudo previo á clase invertida, permitindo que chegue á clase cos coñecementos básicos xa adquiridos e facilitando un aprendizaxe máis activo, participativo e centrado na resolución de dúbidas e actividades prácticas.
Flipped Learning	Utilizarase principalmente unha metodoloxía de clase invertida que fomenta a autonomía do alumnado mediante un estudo previo, de modo que o tempo en clase se dedique á aplicación práctica, o debate e a resolución de dúbidas.
Resolución de problemas	Empregarase unha metodoloxía de resolución de problemas para abordar os aspectos máis conceptuais e analíticos da materia.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Resólvanse as dúbidas de forma presencial, en liña ou vía Moovi. No caso das tutorías síncronas, acordarase previamente.
Estudo previo	Resólvanse as dúbidas de forma presencial, en liña ou vía Moovi. No caso das tutorías síncronas, acordarase previamente.

Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

Práctica de laboratorio	A práctica de laboratorio será de entrega continua en polo menos tres entregas distintas. O total das entregas suporá o 50 % da cualificación da materia.	50	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Exame de preguntas de desenvolvemento	Na convocatoria oficial de exames realizarase un exame escrito sobre a totalidade dos contidos da materia, con preguntas de desenvolvemento que demostren a madurez do estudantado nos devanditos contidos.	30	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6
Resolución de problemas e/ou exercicios	Entre as semanas 7 e 9, o estudantado deberá resolver un conxunto de exercicios e casos propostos, relacionados cos aspectos máis conceptuais e analíticos.	20	B9	C3 C8 C9 C17 C18	D1 D4 D6

Outros comentarios sobre a Avaliación

A avaliación continua basearase na entrega progresiva dos traballos prácticos, a realización dos exercicios propostos e o exame final. Na avaliación final, os elementos avaliábeis serán as prácticas de laboratorio e un exame escrito de desenvolvemento que terá lugar na convocatoria oficial, cunha ponderación do 50 % cada un. A avaliación de fin de carreira será equivalente á avaliación final.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

George Colouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair, **Distributed systems: Concepts and design.**, Ed. Pearson, 2012

Nayan B. Ruparelia, **Cloud Computing, revised and updated edition (The MIT Press Essential Knowledge series)**, The MIT Press, 2023

Wan Fokkink, **Request exam copy View preview Distributed Algorithms An Intuitive Approach**, The MIT Press, 2013

Dan C. Marinescu, **Cloud Computing: Theory & Practice**, Elsevier, 2013

Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski, **Cloud computing: principles and paradigms**, wiley, 2014

Kai Hwang, Geoffrey C. Fox and Jack J. Dongarra, **Distributed and Cloud Computing**, elsevier, 2012

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Radio				
Materia	Radio			
Código	10414-76018			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Arias Acuña, Alberto Marcos			
Profesorado	González Valdés, Borja Rubiños López, José Óscar			
Correo-e	marcos@com.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Nesta materia obrigatoria de primeiro cuadrimestre, o alumno familiarízase cos sistemas de comunicacións por radio, empezando polas propiedades das antenas, continuando co estudo do ruído e interferencias e finalizando co cálculo do balance de enlace en diferentes escenarios de propagación. Estes conceptos aplícanse ao estudo dos servizos de radar e de radiolocalización.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C5	Utilizar ferramentas propias de dirección xeral, dirección técnica e dirección de proxectos de investigación, desenvolvemento e innovación, en empresas e centros tecnolóxicos.

Resultados previstos na materia	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Capacidade para realizar deseños básicos de antenas	C2
Capacidade para calcular o balance de enlace tendo en conta tanto sinal como perturbacións en distintos escenarios	C2 C3
Capacidade para deseñar sistemas de radionavegación e posicionamiento	C3 C5
Capacidade para deseñar sistemas radar	C5

Contidos	
Tema	
1. Deseño básico de antenas	1.1 Fundamentos electromagnéticos 1.2 Antenas 1.3 Fórmula de Friis Competencias relacionadas: C6, C15
2. Modelos de ruído e interferencias	2.1 Ruído térmico 2.2 Ruído de antena e receptor 2.3 Interferencias 2.4 Disponibilidade, desvanecementos e diversidade 2.5 Sistemas radio limitados por ruído e por interferencia Competencias relacionadas: C6, C15, C16
3. Cálculo de enlaces en distintos escenarios de propagación	3.1 Propagación en baixas frecuencias 3.2 Propagación en altas frecuencias 3.3 Modelos de propagación Competencias relacionadas: C6, C15
4. Deseño de sistemas de radionavegación	4.1 Fundamentos e tipos dos sistemas de radionavegación 4.2 Sistemas de radionavegación por satélite Competencias relacionadas: C8, C16, D5
5. Deseño de sistemas radar	5.1 Fundamentos e tipos dos sistemas radar. Sección recta radar 5.2 Deseño dun sistema radar Competencias relacionadas: C8, D5

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	21	33	54
Seminario	5	20	25
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	8	9
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	8	9

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

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos contidos da materia; inclúe exposición de conceptos; introdución de prácticas e exercicios; e resolución de problemas e/ou exercicios en aula ordinaria. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CB2, CE2, CE3 e CE5
Seminario	Docencia en formato seminario, no que o alumnado participa moi activamente na evolución das clases profundando nun tema específico, ampliándoo e relacionándoo con contidos orientados á práctica profesional; incluíndo a participación en eventos científicos e/ou divulgativos, organizados ou non na propia Escola; a organización de debates que permitan confrontar ideas e propostas, guiados por docentes, tanto presenciais como online; e o estudo de casos/análises de situacións (análises dun problema ou caso real, coa finalidade de coñecelo, interpretalo, resolvelo, xerar hipótese, diagnosticarlo e penetrarse en procedementos alternativos de solución, para ver a aplicación dos conceptos teóricos na realidade). Estas actividades poden ter relacionada unha carga de traballo autónomo do alumnado. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CB4, CE2, CE3 e CE5
Prácticas de laboratorio	Aplicación, a nivel práctico, dos coñecementos e habilidades adquiridos nas clases teóricas, mediante prácticas realizadas con equipamento de test e medida, xa sexa no laboratorio ou de campo. Tamén incluíndo prácticas de laboratorio realizadas sobre computadores (simulacións, análises, procesados, etc.), exercicios de programación, traballos realizados online, etc. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CB2, CE2 y CE5

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Nesta metodoloxía, aténdese e responde a todas as preguntas que poida facer cada estudante. Os horarios das titorías e a forma de solicitalas móstranse no Moovi da materia.
Seminario	Faise unha corrección individualizada dos exercicios e/ou problemas resoltos, xa sexa en clase como de traballo autónomo. Ademais, nas clases de problemas/prácticas aténdese a cada estudante de maneira individualizada.
Prácticas de laboratorio	Aténdese a cada estudante de maneira individualizada.

Avaliación			
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Seminario	Presentación dun proxecto individual sobre o balance de enlace dun sistema concreto.	10	C2 C3 C5
Prácticas de laboratorio	Os Estudantes durante o curso participan en prácticas individuais ou en grupo e realizan traballos individuais. A nota individual para cada estudante deste apartado sería a correspondente á avaliación continua y pode supor ata un 30% da nota final.	20	C2 C3 C5
Resolución de problemas e/ou exercicios	Examen final: consiste nunha proba para a avaliación das competencias adquiridas polos estudantes mediante a resolución de problemas sinxelos e preguntas cortas de teoría.	40	C2 C5
Exame de preguntas de desenvolvemento	Examen final: consiste nunha proba para a avaliación das competencias adquiridas polos estudantes mediante a resolución de problemas sinxelos e preguntas cortas de teoría.	30	C2 C5

Outros comentarios sobre a Avaliación

Os estudantes durante o curso participan en prácticas individuais ou en grupo e realizan traballos individuais dentro da avaliación continua. A nota individual pode supor até un 30% da nota final. Na avaliación continua, a asistencia a prácticas é obrigatoria, aínda que non existe un mínimo de traballos presentados para obter cualificación.

A avaliación continua constará adicionalmente dun exame escrito sobre os dous primeiros temas que suporá até un 30% da nota.

Todos os estudantes deben realizar o exame final na data disposta polo centro, que constará nunha única proba para os estudantes en avaliación continua. Os estudantes que se presenten a avaliación global terán que facer ademáis unha proba equivalente ao exame parcial.

Para aprobar a materia é necesario sacar un mínimo de 4 sobre 10 nos dous exames escritos. De non superarse ese mínimo, a máxima cualificación que se podría obter sería 4,9.

A nota final tanto na ordinaria como na extraordinaria, será a maior entre a nota dos exames escritos e a suma da nota de avaliación continua incluíndo a do exame final.

Considerarase presentado a toda persoa matriculada nesta materia que reciba calquera dos dous exames escritos.

A avaliación na convocatoria fin de carreira será similar á da avaliación global.

En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas realizados, a cualificación final da materia será de "suspenso (0)" e os profesores lle comunicarán á dirección da escola o asunto para que tome as medidas oportunas.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Marcos Arias Acuña, Oscar Rubiños López, **Radiocomunicación**, 1a, Andavira Editora, 2011

José María Hernando Rábanos, **Transmisión por Radio**, 6a, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008

John Griffiths, **Radio Wave Propagation and Antennas. An Introduction**, 1st, Prentice Hall, 1985

Bibliografía Complementaria

Robert R. Collin, **Antennas and Radiowave Propagation**, 1st, Mc Graw Hill, 1985

Thomas A. Milligan, **Modern Antenna Design**, 2nd, Wiley, 2005

ngel Cardama, L. Jofre, J.M. Rius, S. Balnch, M. Ferrando, **Antenas**, 2a, Ediciones UPC, 2002

Constantine A. Balanis, **Antenna Theory. Analysis and Design**, 3rd, Wiley, 2005

ITU-R, Recommendations,

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Antenas/V05M145V01208

Laboratorio de Radio/V05M145V01209

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Tratamiento de señal en comunicaciones				
Materia	Tratamiento de señal en comunicaciones			
Código	10414-76019			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	López Valcarce, Roberto			
Profesorado	López Valcarce, Roberto			
Correo-e	valcarce@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Esta materia profundiza na aplicación das técnicas de procesamento do sinal máis habituais ao deseño dos sistemas de comunicacións, con particular énfase no procesado dixital. Os aspectos estudados inclúen mostraxe e cuantificación, estimación bloque e adaptativa, modulación mediante transformadas bloque, remostraxe e filtrado.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C1	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir obras e instalacións de sistemas de telecomunicación, cumprindo a normativa vixente, asegurando a calidade do Servizo.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.

Resultados previstos na materia				
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Capacidade para implementar técnicas avanzadas de procesado de sinal en aplicacións en diferentes campos: bioenxeñaría, bioinformática, etc.	A1	B4	C38	
	A1	B18	C38	
		B8	C38	
			C38	
Capacidade para aplicar técnicas de procesado de sinal ao modelado e simulación de sistemas de comunicacións.		B4	C1 C2	
Capacidade para simular a capa física dos sistemas por cable, liña, satélite en contornas de comunicacións fixas e móbiles.	A1	B18	C2	D10
		B18	C3	D10
		B4	C38	
		B8	C38	

Contidos	
Tema	
Mostraxe e cuantificación	- Aliasing - Mostraxe banda base e pasobanda - Remostraxe: diezmado, interpolación - Ruído de cuantificación - Distorsión por sobrecarga - Rango dinámico libre de espurios - Efecto de erros no instante de mostraxe
Transformadas Bloque en Comunicacións e Multimedia	- DFT: formulación e propiedades. - Análise frecuencial utilizando a DFT. Enventanado. - Estimación do espectro de potencia: periodograma e método de Welch - Modulacións dixitais baseadas na DFT: SC-FDE, OFDM.

- Criterio de Mínimos Cuadrados
- Criterio de mínimo erro cuadrático medio
- Propiedades do estimador LMMSE
- Formulación no espazo de estados
- O filtro de Kalman

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	26	20	46
Prácticas con apoio das TIC	14	24	38
Resolución de problemas de forma autónoma	0	24	24
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas 0		5	5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas 0		5	5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas 0		5	5

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos principais contidos teóricos da materia con axuda de medios audiovisuais. Resolución de problemas e/ou exercicios teóricos. Competencias traballadas: CG4, CG8.
Prácticas con apoio das TIC	Coa dirección do profesor, o alumnado debe desenvolver prácticas nas que aplicará varias das técnicas estudadas de maneira simultánea. Utilízase o entorno de programación MATLAB. Competencias traballadas: CE1, CE2, CE3.
Resolución de problemas de forma autónoma	Actividades de simulación das técnicas estudadas aplicadas a diferentes problemas de comunicacións dixitais e tratamento de sinais multimedia. Competencias traballadas: CE1, CE2, CE3.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas con apoio das TIC	Proporcionarase atención personalizada ó alumnado no horario de tutorías mediante cita previa, así como mediante correo electrónico (ver https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11637). Establecerase un foro de discusión accesible ó alumnado mediante a plataforma web usual.
Lección maxistral	Proporcionarase atención personalizada ó alumnado no horario de tutorías mediante cita previa, así como mediante correo electrónico (ver https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11637). Establecerase un foro de discusión accesible ó alumnado mediante a plataforma web usual.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final no cal o alumnado debe resolver varios exercicios teóricos.	40	B4	C1 C2
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe de resultados da primeira práctica de simulación que se plantexa. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a mesma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requirir aclaracións de xeito individual para verificar que ambos membros participaron activamente na totalidade do informe.	20	B4 B8	C1 C2 C3
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe de resultados da segunda práctica de simulación que se plantexa. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a mesma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requirir aclaracións de xeito individual para verificar que ambos membros participaron activamente na totalidade do informe.	20	B4 B8	C1 C2 C3
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informe de resultados da terceira práctica de simulación que se plantexa. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a mesma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requirir aclaracións de xeito individual para verificar que ambos membros participaron activamente na totalidade do informe.	20	B4 B8	C1 C2 C3

Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación, ofrécese ao alumnado que curse esta materia dous posibles sistemas de avaliación:

1) Avaliación continua: A cualificación final é o resultado de sumar as notas do exame (ata 4 puntos), e dos informes de prácticas (ata 6 puntos).

Para superar a materia é necesario obter alomenos unha cualificación de 35% no exame. De non selo caso, a nota final será directamente a obtida no exame.

De cara á oportunidade extraordinaria, manteráanse as notas obtidas nos informes de prácticas, e poderase repetir o exame final.

2) Avaliación global ao remate do cuatrimestre: A cualificación final é a obtida no exame final, tanto na oportunidade ordinaria como na extraordinaria.

Considérase que se opta pola avaliación continua no momento en que se entrega calquera informe de prácticas.

Os informes e o exame poderanse realizar indistintamente en galego, castelán ou inglés.

En caso de detección de copia en calquera das probas (informes de prácticas ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

S. Mitra, **Digital Signal Processing: A Computer Based Approach.**, 4th,

Behrouz Farhang-Boroujeny, **Signal Processing Techniques for Software Radios**, 2nd,

M. S. Grewal and A. P. Andrews, **Kalman filtering: theory and practice using Matlab**, 2nd,

Bibliografía Complementaria

J.G. Proakis and D.G. Manolakis, **Digital Signal Processing**, 4th,

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Inferencia en ingeniería/10414-76041

Codificación de fonte y canal/10414-76034

Comunicacións dixitais avanzadas/10414-76033

Outros comentarios

Asúmese que o alumnado posúe coñecementos básicos nas seguintes áreas:

- Procesado de Sinal: sinais analóxicos e discretos, dominios temporal e frecuencial, Transformada de Fourier, sistemas liñais (tempo continuo e discreto), convolución, función de transferencia, filtros FIR e IIR, retardo de grupo, polos e ceros.
 - Probabilidade e Estatística: variables aleatorias, función de densidade de probabilidade, función de distribución, media, varianza. Distribucións gaussianas e uniforme. Procesos estocásticos: autocorrelación, correlación cruzada, estacionariedade, densidade espectral de potencia.
 - Comunicacións: taxa de bit, taxa de símbolo, modulación de amplitude, modulacións PAM e QAM.
-

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas electrónicos digitales avanzados				
Materia	Sistemas electrónicos digitales avanzados			
Código	10414-76020			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Valdés Peña, María Dolores			
Profesorado	Moure Rodríguez, María José			
Correo-e	mvaldes@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/course			
Descrición xeral	Esta materia ten como obxectivo que o alumnado sexa capaz a deseñar sistemas dixitais complexos ou de alta frecuencia de funcionamento. Para iso estúdanse, en primeiro lugar, as características eléctricas, o consumo, velocidade e cargabilidade dos circuítos integrados dixitais e as tecnoloxías de memorias semiconductoras. Posteriormente, estúdanse os sistemas de conexión con periféricos externos e profúndase nos métodos de deseño de sistemas secuenciais síncronos. Finalmente, a materia céntrase no deseño de sistemas de comunicacións dixitais implementados en circuítos programables de alta densidade de integración. Ademais, ao longo de toda a materia, faise énfase na descrición VHDL de sistemas dixitais de alta complexidade. Materia do programa English Friendly: Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliografías para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B10	Coñecer as linguaxes de descrición hardware para circuítos de alta complexidade.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C8	Comunicar (de forma oral e escrita) as conclusións- e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C19	Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
D7	Deseñar e fabricar circuítos integrados.

Resultados previstos na materia			
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Coñecer as diferentes tecnoloxías de fabricación de circuitos integrados.			D7
Saber analizar e deseñar circuítos electrónicos dixitais avanzados.		C3 C19	
Saber deseñar circuítos de interfaz de entrada/saída.		C19	D7
Coñecer as metodoloxías de deseño de circuítos dixitais complexos.		C6 C9 C19	
Saber deseñar compoñentes de comunicacións baseados en dispositivos lóxicos programables.	B10	C6 C8 C19	
Saber deseñar sistemas electrónicos dixitais complexos utilizando linguaxes de descrición hardware.	B10		

Contidos

Tema	
Introdución aos circuítos integrados dixitais	Tecnoloxía CMOS: tecnoloxías NMOS e PMOS, portas CMOS, fabricación CMOS. Metodoloxías de deseño HW : a medida, semimedida, baseada en celas, baseada en matrices, dispositivos lóxicos programables (FPGAs). Metodoloxías de deseño SW: niveis de abstracción, métodos de deseño, fluxo de deseño, IPs.
VHDL avanzado	Descrición VHDL de sistemas dixitais complexos: variables, arrays, records, generics, generate, funcion, procedure. Codificación VHDL de Máquinas de Estado Finitas. Síntese avanzada: inferencia, primitivas, IPs.
Circuítos integrados CMOS	Métricas de deseño: voltaxes, ruído, fan-in, fan-out, retardo, potencia. Características do consumo de potencia en FPGAs. Entrada/saída: niveis estandar, encapsulado. Características temporais: set-up, hold, metaestabilidade, skew, jitter, distribución de reloxo.
Deseño secuencial	Sincronizadores: entradas asíncronas, PLLs, DLLs. Recursos de reloxo en FPGAs. Métodos de deseño secuencial: deseño de máquinas de estado finitas Moore e Mealy.
Memorias semicondutoras	Arquitectura das memorias semicondutoras: RAM, CAM, ROM, EEPROM, FLASH. Interfaz con memorias: interfaz con RAM, DRAM, EEPROM, FLASH. Memoria en FPGAs: distribuída, bloques, memoria externa, IPs de memoria.
Aritmética en FPGAs	Representacións numéricas. Overflow. Técnicas para mitigar os problemas de overflow. Precisión vs. custo hardware. Operacións aritméticas. Implementacións hardware de baixo custo. Consideracións aritméticas de deseño para a codificación HDL.
Síntese de frecuencia para aplicacións de comunicacións	Sínteses de frecuencia mediante osciladores controlados numericamente (NCOs). Arquitectura dun NCO. Parámetros de deseño. Caracterización do rango dinámico libre de espurios (SFDR). Técnicas de deseño. Implementación de NCOs mediante FPGAs.
Técnicas de "retiming" e "pipeline"	Gráficos de fluxo de sinal (SFGs). Análise do camiño crítico de sistema dixitais. Análise da latencia de entrada-saída. Técnicas de retiming para reducir os retardos de propagación en sistemas dixitais: [pipelining] e [time scaling]. Aplicación das técnicas de retiming ao deseño de filtros dixitais. Custo hardware. Aplicación dos conceptos á implementación de filtros dixitais mediante FPGAs.
Implementacións serie vs. paralelo	Técnicas de deseño: totalmente serie, totalmente paralelo, serie-paralelo. Custo hardware e comportamento temporal. Aplicación dos conceptos á implementación de filtros dixitais mediante FPGAs.
Deseño e verificación en hardware (Hardware-in-the-loop)	Descrición, simulación e verificación de circuitos sintetizables en FPGAs. Aplicación al deseño de circuitos de adquisición de datos e de procesado de sinal. Ferramentas de verificación en hardware (Hardware-in-the-loop)

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	20	10	30
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Aprendizaxe baseado en proxectos	7	10	17
Estudo previo	0	3	3
Traballo tutelado	0	6	6
Resolución de problemas de forma autónoma	0	2	2
Exame de preguntas obxectivas	1	8	9
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	8	8
Práctica de laboratorio	0	12	12
Proxecto	0	10	10

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O profesorado expón os contidos teóricos da materia favorecendo a discusión crítica e a participación do estudiantado. Como tarefa previa, a documentación de cada sesión estará dispoñible vía Moovi e espérase que o estudiantado asista a clase léndoa previamente.
	Nas sesións maxistras trabállanse as competencias C9, D7, B10 e C19.
Prácticas de laboratorio	Nas sesións de laboratorio o estudiantado aplica os métodos de deseño descritos nas sesións maxistras. Todas as sesións son guiadas e supervisadas polo profesorado.
	Nas sesións de laboratorio trabállanse as competencias C3, D7, B10 e C19.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Esta actividade céntrase en aplicar as técnicas descritas nas sesións de teoría e habilidades desenvolvidas no laboratorio á realización dun proxecto. O estudiantado debe chegar a solucións ben fundamentadas, escollendo os métodos de deseño máis adecuados. Estes proxectos planifícanse e tutorízanse en grupos de tamaño reducido.
	Mediante os proxectos trabállanse as competencias B10, C3, C6, C8, C9, C19 e D7.
Estudo previo	Esta tarefa comprende a preparación de sesións de teoría e prácticas de laboratorio.
	Trabállanse as competencias B10, C3, C6, C9, C19 e D7.
Traballo tutelado	Consiste nas actividades guiadas que se realizan nas prácticas de laboratorio.
	Trabállanse as competencias B10, C3, C6, C9, C19 e D7.
Resolución de problemas de forma autónoma	O profesor orienta un conxunto de problemas que se realizan de forma autónoma en horas de traballo individual.
	Trabállanse as competencias B10, C3, C6, C9, C19 e D7.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O estudiantado teñe a oportunidade de resolver as súas dúbidas en sesións de atención personalizada. A cita coa profesora correspondente debe ser solicitada e confirmada por correo electrónico, preferiblemente no horario publicado na web do centro. As ligazóns aos datos de contacto das profesoras son: María José Moure Rodríguez - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11642 María Dolores Valdés Peña - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11303
Prácticas de laboratorio	O estudiantado teñe a oportunidade de resolver as súas dúbidas en sesións de atención personalizada. A cita coa profesora correspondente debe ser solicitada e confirmada por correo electrónico, preferiblemente no horario publicado na web do centro. As ligazóns aos datos de contacto das profesoras son: María José Moure Rodríguez - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11642 María Dolores Valdés Peña - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11303
Aprendizaxe baseado en proxectos	Planifícanse reunións con cada grupo de alumnos para o seguimento dos proxectos.

Traballo tutelado	O estudantado teñe a oportunidade de resolver as súas dúbidas en sesións de atención personalizada. A cita coa profesora correspondente debe ser solicitada e confirmada por correo electrónico, preferiblemente no horario publicado na web do centro. As ligazóns aos datos de contacto das profesoras son: María José Moure Rodríguez - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11642 María Dolores Valdés Peña - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11303
Resolución de problemas de forma autónoma	O estudantado teñe a oportunidade de resolver as súas dúbidas en sesións de atención personalizada. A cita coa profesora correspondente debe ser solicitada e confirmada por correo electrónico, preferiblemente no horario publicado na web do centro. As ligazóns aos datos de contacto das profesoras son: María José Moure Rodríguez - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11642 María Dolores Valdés Peña - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11303
Probas	Descrición
Resolución de problemas e/ou exercicios	O estudantado teñe a oportunidade de resolver as súas dúbidas en sesións de atención personalizada. A cita coa profesora correspondente debe ser solicitada e confirmada por correo electrónico, preferiblemente no horario publicado na web do centro. As ligazóns aos datos de contacto das profesoras son: María José Moure Rodríguez - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11642 María Dolores Valdés Peña - https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11303

Avaliación					
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Exame de preguntas obxectivas	Realizarase unha proba de preguntas de desenvolvemento e/ou problemas curtos a finais do cuadrimestre. Esta proba avalía todos os contidos impartidos nas clases teóricas.	40	B10	C19	D7
Resolución de problemas e/ou exercicios	O alumnado resolverán un conxunto de problemas e/ou exercicios de deseño de sistemas. Representa o 10% da cualificación final.	10	B10	C19	D7
Práctica de laboratorio	Estas probas realízanse durante as sesións de prácticas de laboratorio. O alumnado debe completar, polo menos, o 80% das sesións. A realización práctica dos circuitos indicados no guión e os informes entregados despois de cada sesión representan o 25% da cualificación final.	25	B10	C3 C6 C19	D7
Proxecto	O estudantado realizará un proxecto en grupo de 2 estudantes, preferiblemente, no que desenvolverán as habilidades adquiridas durante as sesións maxistras e as prácticas de laboratorio. Este proxecto representa o 25% da nota final da materia.	25	B10	C3 C6 C8 C9 C19	D7

Outros comentarios sobre a Avaliación

A materia pode ser superada coa nota máxima mediante avaliación continua (AC) ou avaliación global (AG). Ambos os métodos de avaliación son excluíntes. O/a estudante que asista a máis de 2 sesións de laboratorio considéranse que optan pola avaliación continua. Con todo, aqueles/as que desexen renunciar á avaliación continua, poderán facelo nun prazo máximo dun mes antes da finalización do cuadrimestre.

1. Avaliación continua

O alumnado que opte pola modalidade de AC terá dúas oportunidades de avaliación, a oportunidade ordinaria ao finalizar o cuadrimestre e a extraordinaria ao finalizar o curso (Xuño-Xullo).

1.1 Oportunidade ordinaria de AC:

A oportunidade ordinaria consta dun conxunto de probas que se realizarán ao longo do cuadrimestre. As datas de todas as probas publicarase nun calendario compartido e estará dispoñible ao comezo do cuadrimestre. O peso e o contido das probas é o seguinte:

- Exame de preguntas obxectivas e/ou exame de preguntas de desenvolvemento (NExam):

- Esta proba cobre todos os contidos impartidos nas sesións de teoría e/ou de prácticas. Consta de problemas e/ou preguntas curtos ou de preguntas de múltiples respostas.
- O/a estudante supera esta parte se obtén unha nota NExam maior ou igual a 4 sobre 10.

- Resolución de problemas e/ou exercicios (NExerc):

- Consiste nun conxunto de problemas e/ou exercicios de deseño que se indican nas sesións de teoría e que o alumnado debe entregar en determinadas datas previamente estipuladas.

- Estas actividades realízanse en horas de traballo autónomo.

- **Prácticas de laboratorio (NPrac):**

- O estudiantado debe implementar de forma correcta os circuitos descritos nos guións das prácticas e entregar un informe de resultados correspondente a cada práctica. A cualificación de cada práctica depende destes resultados.
- Pode ser realizado de forma individual ou por grupos de 2 estudantes. Neste último caso, e se ambos asisten á práctica, a cualificación é a mesma para os 2 estudantes.
- As prácticas teñen carácter obrigatorio. O estudiantado debe asistir, polo menos, ó 80% das sesións prácticas.
- A nota de prácticas calcúlase como a media das notas obtidas en cada práctica evaluable.

- **Proxecto (NPro):**

- Este proxecto realizarase de forma autónoma polo estudiantado con tutorización do profesorado responsable nas horas tipo C.

Cualificación final de avaliación continua (Final_AC):

A cualificación final da AC ordinaria obtense da seguinte forma:

$Final_AC = (NExam*0.4 + NExerc*0.1 + NPrac*0.25 + NPro*0.25)$ se NExam, NPrac e NPro son maiores ou igual a 4;

$Final_AC = \min[(NExam*0.4 + NExerc*0.1 + NPrac*0.25 + NPro*0.25), 4.9]$ noutro caso;

1.2 Oportunidade extraordinaria de avaliación continua:

O estudiantado que non supere unha ou máis das probas da avaliación continua na oportunidade ordinaria poden recuperar as seguintes partes na oportunidade extraordinaria:

- Pode completar o seu proxecto e esta nota substitúe á anterior (NPro).
- Pode realizar o exame teórico e esta nota substitúe á anterior (NExam).
- Pode realizar os problemas e/ou exercicios de deseño e esta nota substitúe á anterior (NExerc).

A cualificación final da AC extraordinaria obtense de igual forma que a ordinaria.

2. Avaliación global (AG)

Do mesmo xeito que a avaliación continua, o alumnado que opte por avaliación única terán dúas oportunidades de avaliación, ordinaria e extraordinaria. En ambos os casos constará das seguintes probas:

- Un exame no que se avalían todos os contidos teóricos da materia. Consiste en varios problemas curtos e/ou preguntas de desenvolvemento e dura 2 horas. Para superar o exame é necesario obter un 4 sobre 10. Esta proba representa o 40% da nota final (NExam).
- Un exame práctico de deseño de sistemas cun grao de complexidade similar ao das prácticas de laboratorio realizadas durante o curso. A duración do exame será de 2 horas. O peso desta avaliación representa o 20% da nota final (Nprac).
- Un proxecto individual cos mesmos obxectivos e complexidade que o proxecto realizado na avaliación continua. Este proxecto representa o 40% da nota final (NPro) e é necesario obter unha nota maior que 4 sobre 10 para superar a materia.

Calificación final de avaliación global (Final_AG):

A nota final (Final_AG) obtense da seguinte maneira:

$Final_AG = (NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4)$ se NExam, NPrac e NPro son maiores ou igual a 4;

$Final_AG = \min[(NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4), 4.9]$ noutro caso;

3. Outros comentarios

- O estudiantado poderá redactar os seus informes, traballos, exames ou presentacións en castelán, galego ou inglés.
- As notas obtidas na avaliación continua ou global só son válidas para o curso académico actual.
- Non se permite o uso de libros, notas ou dispositivos electrónicos como teléfonos ou computadores en ningún

exame. Os teléfonos móbiles deben apagarse e estar fora do alcance do alumno.

- En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas realizadas a cualificación final da materia será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Weste N., Harris D., **CMOS VLSI Design. A circuits and systems perspective**, 4, 2011

Roth C.H., John L.K., **Digital systems design using VHDL**, 3, 2008

Sharma A.K., **Semiconductor memories : technology, testing, and reliability**, 1997

Kurinec S.K., Iniewski K., **Nanoscale Semiconductor Memories: Technology and Applications (Devices, Circuits, and Systems)**, 2013

Kleitz W., **Digital Electronics: A Practical Approach with VHDL**, 9, 2011

Comer D.J., **Digital logic and state machine design**, 3, 1995

Wakerly J.F., **Digital Design. Principles and Practices**, 4, 2007

Moure M.J., Valdés M.D., **Apuntes y prácticas de SEDA**, 2017

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Circuitos mixtos analógicos y digitales/10414-76030

Codiseño hardware/software de sistemas empotrados/10414-76031

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Redes integradas				
Materia	Redes integradas			
Código	10414-76021			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Díaz Redondo, Rebeca Pilar			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web				
Descrición xeral				

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B9	Comprender e saber aplicar o funcionamento e organización da internet, as tecnoloxías e protocolos da internet de nova xeración, os modelos de compoñentes, software intermediario e servizos.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C4	Aplicar metodoloxías de elaboración, planificación estratéxica, dirección, coordinación e xestión técnica e económica de proxectos en todos os ámbitos da Enxeñaría de Telecomunicación seguindo criterios de calidade e ambientais.
C5	Utilizar ferramentas propias de dirección xeral, dirección técnica e dirección de proxectos de investigación, desenvolvemento e innovación, en empresas e centros tecnolóxicos.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C16	Implementar sistemas por cable, liña, satélite en contornas de comunicacións fixas e móbiles.
C17	Realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamiento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento
C18	Resolver a converxencia, interoperabilidade e deseño de redes heteroxéneas con redes locais, de acceso e troncais, así como a integración de servizos de telefonía, datos, televisión e interactivos
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.
D4	Deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Coñecer e saber aplicar os métodos unificados contemporáneos de codificación da información	A1	B18	C3	D10
	A1	B18	C4	D1
	A1	B18	C5	D10
	A1	B18	C6	D10
	A1	B18	C38	D10
		B9	C16	D4
		B18	C17	D10
		B18	C18	D10
			C38	D6
			C38	D10
			C38	D10
				D10
				D10

Coñecer e saber aplicar en sistemas reais os principios da teoría da comunicación e de xestión de interferencias: transmisión non ortogonal e rate splitting	A1	B18	C3	D10
	A1	B18	C4	D1
	A1	B18	C5	D10
	A1	B18	C6	D10
	A1	B18	C9	D10
		B9	C38	D4
		B18	C16	D6
		B18	C17	D10
Coñecer e saber aplicar as técnicas de acceso masivo para acceso múltiple no deseño de solucións avanzadas de comunicacións		B18	C18	D10
	A1	B18	C3	D10
	A1	B18	C4	D1
	A1	B18	C5	D10
	A1	B18	C6	D10
	A1	B18	C9	D10
		B9	C38	D4
		B18	C16	D6
Entender e saber deseñar cos principios das redes de comunicación avanzadas: softwarización, virtualización, redes cell-free, desagregación		B18	C17	D10
		B18	C18	D10
	A1	B18	C3	D10
	A1	B18	C4	D1
	A1	B18	C38	D10
	A1	B18	C5	D10
	A1	B18	C6	D4
		B9	C38	D10
Coñecer e saber construír coas tecnoloxías e arquitecturas das redes integradas espazo-terra			C9	D10
			C16	D6
			C17	
			C18	
	A1	B18	C3	D10
	A1	B18	C4	D1
	A1	B18	C38	D10
	A1	B18	C5	D10
	A1	B18	C6	D4
		B9	C38	D10
			C9	D10
			C16	D6
			C17	
			C18	

Contidos

Tema	
1. Codificación da información: unha visión unificada	Códigos para almacenamento masivo de datos. Codificación de canle avanzada. Códigos de rede. Cachés codificadas
2. Acceso múltiple e xestión de interferencias	Transmisión non ortogonal. Rate splitting. Sistemas MIMO
3. Acceso múltiple masivo	Principios de acceso URA. Esquemas de codificación
4. Arquitecturas de rede avanzadas	Control definido por software. Virtualización de redes. Redes cell-free. Desagregación RAN
5. Redes integradas espazo-aire-terra	Arquitecturas. Modelos de sistema. Caracterización do rendemento

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	19	38	57
Resolución de problemas	7	10	17
Resolución de problemas de forma autónoma	0	15	15
Prácticas de laboratorio	14	20	34
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	0	0

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Presentación e debate dos contidos técnicos da materia

Resolución de problemas	Resolución de exercicios e problemas representativos dos conceptos cubertos na materia
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución por escrito de exercicios propostos polo profesorado
Prácticas de laboratorio	Desenvolvemento e construción de prototipos software de sistemas e redes integradas

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Ofreceranse titorías personalizadas para aclarar ou profundizar en calquera dos contidos da materia, teóricos ou prácticos.
Resolución de problemas	Ofreceranse titorías personalizadas para aclarar ou profundizar en calquera dos contidos da materia, teóricos ou prácticos.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	Avaliación da novidade, calidade e alcance dos proxectos de programación asignados no curso, e dos seus informes	40	B9 C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18 D1 D4 D6
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame escrito de resolución de exercicios, problemas e cuestións	40	B9 C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18 D1 D4 D6
Resolución de problemas e/ou exercicios	Avaliación dos exercicios propostos ao longo do curso	20	B9 C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18 D1 D4 D6

Outros comentarios sobre a Avaliación

O uso de ferramentas de intelixencia artificial xenerativa para a resolución de tarefas non se prohíbe, pero valorarse o grao de orixinalidade e de autoría das respostas na avaliación dos estudantes.

A segunda oportunidade de avaliación terá os mesmos requirimentos e ponderación que a primeira oportunidade.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Y. Polyanski, Y. Wu, **Information Theory**, 1, Cambridge University Press, 2025

Matteo Berlioli, Giuseppe Cocco, Gianluigi Liva and Andrea Munari, **Modern Random Access Protocols**, 1, Foundation and Trends in Networking, 2016

Özlem Tugfe Demir, Emil Björnson and Luca Sanguinetti, **Foundations of User-Centric Cell-Free Massive MIMO**, 1, Foundations and Trends in Signal Processing, 2021

Emil Björnson, Jakob Hoydis and Luca Sanguinetti, **Massive MIMO Networks: Spectral, Energy, and Hardware Efficiency**, 1, Foundations and Trends in Networking, 2017

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones				
Materia	Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones			
Código	10414-76022			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Fernández Barciela, Mónica			
Profesorado	Fraile Peláez, Francisco Javier			
Correo-e	monica.barciela@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	O obxectivo da materia é que o alumnado adquirirá coñecementos sobre a implementación real de transceptores para os modernos sistemas de comunicacións que transmiten nas bandas de radiofrecuencia, microondas e óptica. No caso dos transceptores de RF e MW, o alumnado aprenderá a avaliar prestacións, seleccionar e deseñar compoñentes e circuitos analóxicos (activos e pasivos) para os mesmos. Como ferramenta de apoio, utilizará un simulador comercial de circuitos.			
	No ámbito das comunicacións ópticas, o alumnado comprenderá o funcionamento dos compoñentes e subsistemas optoelectrónicos activos básicos de transmisión e recepción, e será capaz de caracterizalos e seleccionalos en función do sistema óptico a deseñar.			
	Nesta materia o alumnado manexará documentación técnica e bibliografía científica en inglés.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C15	Desenvolver sistemas de radiocomunicacións: deseño de antenas, equipos e subsistemas, modelado de canles, cálculo de ligazóns e planificación
C16	Implementar sistemas por cable, liña, satélite en contornas de comunicacións fixas e móbiles.
C19	Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
C20	Aplicar coñecementos avanzados de fotónica e optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Comprender o funcionamento dos compoñentes e subsistemas optoelectrónicos activos básicos de transmisión e recepción en comunicacións ópticas e procesado fotónico, e ser capaz de caracterizalos e seleccionalos en función do sistema óptico a deseñar.	C3 C20	D1
Manexar documentación técnica e bibliografía científica en inglés.		D1
Aprender a avaliar prestacións, seleccionar e deseñar compoñentes e subsistemas analóxicos (activos e pasivos) para emisores e receptores de comunicacións en distintas bandas de frecuencia (radiofrecuencia, microondas, ondas milimétricas). Como ferramenta de apoio, o alumnado aprenderá a utilizar un simulador comercial de circuitos para este propósito.	C3 C15 C16 C19 C20	D1

Contidos

Tema	
1. Introducción ao deseño avanzado de circuitos para transceptores de comunicacións de radiofrecuencia e alta frecuencia.	a. Sistemas de comunicacións nas bandas de RF e Microondas. b. Tecnoloxías e técnicas de deseño nas distintas bandas. c. Ferramentas básicas: Parámetros S e deseño de redes de adaptación de impedancias.

2. Deseño CAD de compoñentes pasivos para transceptores.	Acopladores, filtros e resonadores.
3. Deseño CAD de circuítos activos lineais para transceptores.	a. Deseño de redes de polarización e estabilización. b. Círculos de estabilidade, de ganancia de potencia e de ruído. c. Deseño para máxima ganancia de transducción. d. Deseño de amplificadores de baixo ruído. e. Deseño amplificadores de banda ancha.
4. Deseño CAD de circuítos activos non lineais para transceptores.	a. Amplificadores de Potencia: clases de operación, linealidade, recta de carga dinámica e contornos de potencia. Arquitecturas para máxima eficiencia enerxética. b. Conversores de frecuencia. c. Sintetizadores de frecuencia.
5. Introducción á Fotónica e Optoelectrónica avanzada.	a. Propiedades ópticas dos semicondutores. b. Láseres Fabry-Perot e DFB. c. *Fotodetectores. Réxime estático e dinámico. d. Moduladores electroópticos e de electroabsorción.
6. Transmisores e receptores ópticos.	
7. Dispositivos de procesado fotónico.	

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas con apoio das TIC	19	11.5	30.5
Lección maxistral	20	52	72
Resolución de problemas e/ou exercicios	1.5	2	3.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	15	15
Resolución de problemas e/ou exercicios	1.5	2.5	4

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas con apoio das TIC	Estas prácticas aplican conceptos relativos a os contenidos en tecnoloxías de las microondas, ase coma Fotónica e Optoelectrónicas avanzadas. O traballo realizarase en forma individual ou en grupos pequenos, aínda que a avaliación será individual. Coa axuda dun simulador comercial de circuítos de microondas, analizaranse e deseñarán distintos circuítos pasivos (redes de adaptación, filtros, acopladores, etc.) e activos (amplificadores,...). Definiranse e avaliarán diversos parámetros de mérito e outras ferramentas que se utilizarán na análise e deseño destes circuítos. O alumnado disporá en Moovi de documentos e ficheiros de apoio. Tamén poderá solicitar unha licenza do simulador para o seu PC, grazas ao acordo de UVIGO coa empresa provedora do simulador. A avaliación do traballo realizado será: 1. En avaliación continua: mediante proba/s, de preguntas curtas e/ou a resolución de problemas de análise ou deseño con axuda do simulador. 2. En avaliación global nun exame final: mediante respostas a preguntas curtas e/ou a resolución de problemas de análise ou deseño (con ou sen axuda do simulador). Nestas prácticas trabállanse as competencias: D1, C3, C15, C16, C19 e C20
Lección maxistral	Impartirase en aula coa axuda de pizarra e medios audiovisuais, e tamén de ferramentas CAD. Descríbirase en detalle e explicará a maior parte dos conceptos contidos nos capítulos do programa da materia. Mostrarase a aplicación dalgúns destes conceptos mediante resolución de problemas con ou sen axuda do simulador de circuítos. Así, algunhas clases serán teóricas e outras incluírán tanto contidos teóricos como a súa aplicación práctica. O alumnado terá dispoñible en Moovi documentación e ficheiros de apoio. Nestas clases trabállanse as competencias: C3, C15, C16, C19 e C20.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
--------------	------------

Lección maxistral	Durante as clases maxistrais contestaranse as preguntas do alumnado. Este será tamén atendido de forma persoalizada nas tutorías, onde se lle resolverán cuestións relacionadas co contido das clases maxistrais e das prácticas TIC, así como sobre as probas de avaliación e entregables de resolución de problemas/deseños a realizar. Enlace para solicitude de tutoría: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321
Prácticas con apoio das TIC	Durante este tipo de clases prácticas, o profesor guiará o traballo do alumnado de forma persoalizada e resolveralle as dúbidas que lle poidan xurdir. Enlace para solicitude de tutoría: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11321

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Prácticas con apoio das TIC	Estas probas avalían o traballo práctico realizado polo alumnado na parte da materia relativa ás tecnoloxías de microondas. 1. En avaliación continua: Mediante unha ou varias probas individuais de preguntas curtas e/ou resolución de problemas/deseños con axuda do simulador de circuitos, durante ou en horario distinto ao de prácticas. Unha destas probas podería implicar realizar e entregar un informe dun deseño circuital. 2. En avaliación global con Exame Final individual: mediante cuestións e/ou resolución de problemas con axuda do simulador.	25	C3 C15 C16 C19 C20	D1
Resolución de problemas e/ou exercicios	Realizarase unha proba individual de resolución de problemas (sen axuda do simulador) da parte das tecnoloxías de microondas: En avaliación continua, no marco de do Puntuable relativo aos contidos en tecnoloxías de microondas. En avaliación global, no marco do Exame Final. Esta proba poden tamén conter cuestións de resposta curta.	25	C3 C15 C16 C19 C20	D1
Resolución de problemas e/ou exercicios	Respectos á parte da materia relativa a tecnoloxías na banda de RF: En avaliación Continua o alumnado resolverá, de forma individual ou en grupos reducidos, problemas propostos de deseño de circuitos, con axuda de ferramentas CAD. Entregarán un informe escrito para a súa avaliación. A avaliación podería ser complementada mediante unha entrevista sobre o traballo realizado. En avaliación global, resolverá problemas similares no marco do Exame Final.	15	C3 C15 C16 C19	D1
Resolución de problemas e/ou exercicios	Realizarase unha proba individual de resolución de problemas de fotónica: En avaliación continua, no marco de o Puntuable relativo aos contidos de fotónica. En avaliación global, no marco do Exame Final. Esta proba poden tamén conter cuestións de resposta curta.	35	C3 C16 C20	D1

Outros comentarios sobre a Avaliación

Para facilitar ao alumnado o traballo nas horas de prácticas non presenciais, é convinte que o alumnado asista a todas as clases presenciais de grupo B. Tamén é convinte que realice todos os boletíns de problemas e prácticas propostas, para así adquirir as destrezas que logo se esixirán nas probas de avaliación.

Oportunidade Ordinaria:

A) Para quen se acolla á Avaliación Continua (AC):

1. A asistencia a lo menos o 80% das clases prácticas (grupo B) relativas ás tecnoloxías de microondas é obrigatoria. Nese caso, a avaliación do traballo práctico se realizará a través dunha ou varias probas individuais, de resolución de problemas/deseño de circuitos pasivos e/ou activos, usando o simulador de circuitos. Unha destas probas pode implicar realizar e entregar un informe dun deseño de circuito. Esta/s proba/s se corresponderá/n en total con até o 25% da cualificación total da materia (CTM).

2. A avaliación da materia relativa a deseño de circuítos de RF se realizará a través da entrega dun ou varios informes sobre a resolución de problemas/deseño (individual ou grupal) con axuda de ferramentas CAD. Esta avaliación poderá incluír unha entrevista sobre o traballo realizado. Esta/s proba/s se corresponderá/n en total con até o 15% da CTM.

3. O resto da materia será avaliado (de forma individual) a través de 2 Puntuables que conterán resolución de problemas, ademais de poder conter cuestións de resposta curta. O Puntuable 1 avaliará contidos da parte de tecnoloxías de microondas, e correspóndese con até o 25% da CTM. O Puntuable 2 avaliará contidos da parte de fotónica, e correspóndese con até o 35% da CTM.

Antes da realización do Puntuable 2, é obrigatorio que o alumnado comunique `por escrito á coordinación da asignatura a súa opción de avaliación nesta oportunidade: Avaliación Continua ou Avaliación Global. Esta comunicación poderá realizarse ata 3 días antes do exame. De non realizar esta comunicación, se asumirá que o estudante opta por Avaliación Global.

A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase nunha Comisión Académica de Grado (CAG) e estará dispoñible ao principio do cuatrimestre. Estas probas non son recuperables.

B) Para quen se acolla a Avaliación Global en Exame Final (100% CTM), se terá en conta soamente a nota obtida neste exame, o cal incluírá todo o contido teórico e práctico da materia. Así, o exame pode incluír a resolución de problemas (con ou sen axuda do simulador de circuítos), a contestación a preguntas de resposta curta e a realización dun ou varios deseños de circuítos con axuda do simulador.

Oportunidade Extraordinaria e Fin de Carreira:

Se presentarán aqueles que non superen a materia na Oportunidade Ordinaria, debendo realizar un exame das mesmas características que o descrito na opción B.

En particular, quen na Oportunidade Ordinaria elixiu Avaliación Continua, poderá optar a conservar as cualificacións obtidas nas prácticas TIC de microondas (25%) e na resolución de problemas da parte de RF (15%), polo que realizará unha versión curta do exame da opción B (60% CTM) que incluírá todo o contido da materia, a excepción dos relativos á parte de RF e non terá o apoio do simulador.

É obrigatorio que o alumnado comunique por escrito á coordinación da asignatura a súa opción de avaliación nesta oportunidade: Avaliación Continua ou Avaliación Global. Esta comunicación poderá realizarse ata 3 días antes do exame. De non realizar esta comunicación, se asumirá que o estudante opta por Avaliación Global.

En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos realizados polo alumnado, a cualificación final da materia será de suspenso (0) e os profesores comunicarán á dirección da escola o asunto para que tome as medidas que considere oportunas.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

D.M. Pozar, **Microwave Engineering**, 9780470631553, 4, Wiley, 2011

Guillermo González, **Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design**, 9780132543354, 2, Prentice Hall, 1996

Steve C. Cripps, **RF Power Amplifiers for Wireless Communications**, 978-1596930186, 2, Artech House, 2006

Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, **Fundamentals of Photonics**, 978-0471358329, 2, Wiley, 2007

Rhea, Randall W., **HF filter desing and computer simulation**, 978-1884932250, 1, Scitech Publishing, 1994

Bibliografía Complementaria

Enrique Sánchez, **Introducción a los dispositivos y circuitos semiconductores de microondas**, 9788490354117, 1, PEARSON, 2012

Steve C. Cripps, **Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design**, 978-1580532822, 1, Artech House, 2002

Amnon Yariv, Pochi Yeh, **Photonics Optical Electronics in Modern Communications**, 978-0195179460, 6, Oxford Univ. Press, 2006

S. O. Kasap, **Optoelectronics and Photonics: Principles and Practice**, 978-0273774174, 2, PEARSON, 2013

Guillermo González, **Foundations of Oscillator Circuit Design**, 978-1596931626, 1, Artech House, 2008

Rhea, Randall W., **Discrete oscillator design : linear, nonlinear, transient, and noise domains**, 978-1608070473, 1, Artech House, 2010

John L. B. Walker, **Handbook of RF and Microwave Power Amplifiers**, 978-1139158138, 1, Cambridge University Press, 2011

Stephen A. Maas, **Nonlinear Microwave and RF Circuits**, 978-1580534840, 2, Artech House, 2003

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Acondicionadores de señal y sensores				
Materia	Acondicionadores de señal y sensores			
Código	10414-76023			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	quintans@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	En ACSS estúdanse os sensores de medida e os seus circuitos electrónicos de acondicionamento para que os sinais xerados poidan ser axustadas aos sistemas de adquisición de datos e aos procesadores dixitais de forma adecuada. O obxectivo xeral é que o alumnado realice un sistema de medida completo, desde o sensor ata a interface de usuario. Esta materia ten un enfoque eminentemente práctico, mantendo un equilibrio entre a adquisición de novos coñecementos e a súa aplicación na solución de problemas reais. É unha materia que amplía os coñecementos, competencias e habilidades que o alumnado adquiriu nos estudos de grao sobre circuitos analóxicos e sensores. Introduce ao alumnado no campo da metroloxía. E presenta os sensores e os seus circuitos de acondicionamento desde unha perspectiva do enxeñeiro de telecomunicación. 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.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
C19	Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
C21	Desenvolver instrumentación electrónica, así como transdutores, actuadores e sensores
C28	Construír un sistema de medida dunha variable física desde o transductor ata a interface de usuario, incluíndo coñecementos de metroloxía, de topoloxías básicas de acondicionamento de sinal e de software de instrumentación.

Resultados previstos na materia	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.	C19
Desenvolver instrumentación electrónica, así como transdutores, actuadores e sensores	C21
Construír un sistema de medida dunha variable física desde o transductor ata a interface de usuario, incluíndo coñecementos de metroloxía, de topoloxías básicas de acondicionamento de sinal e de software de instrumentación.	C28

Contidos	
Tema	
TEMA 1. Introducción ós sistemas de medida.	Etapas dos sistemas de medida. Características dos sensores.
TEMA 2. Erros e incertezas de medida.	Introdución ao cálculo de incertezas. Erros e incerteza asociadas á curva de calibración.
TEMA 3. Sensores resistivos e o seu acondicionamento.	PT100, NTC, Galgas. Pontes de medida pasivos. Amplificador de instrumentación.
TEMA 4. Sensores e acondicionadores en continua.	Pontes activos en continua. Acondicionador para un sensor de efecto Hall. Amplificador de illamento.
TEMA 5. Filtrado nos sistemas de medida.	Funcionalidades. Filtros activos.

TEMA 6. Convertedores ac/dc e filtros demoduladores.	Rectificador de precisión sen signo. Rectificador de precisión con signo: rectificador síncrono. Demodulador de fase. Convertedor frecuencia/tensión. Filtro demodulador.
TEMA 7. Sensores e circuítos básicos de acondicionamento en ac.	Divisor de voltaxe: acondicionador para un sensor de posición indutivo. Amplificador de alterna: acondicionador para un sensor de nivel de líquido, acondicionador para un sensor de posición capacitivo, acondicionador para un sensor indutivo.
TEMA 8. Acondicionadores en ac avanzados.	Ponte activo en ac. Amplificador de bloqueo.
TEMA 9. Acondicionadores para sensores xeradores.	Acondicionamento para sensores electromagnéticos. Acondicionador para un foto-díodo. Acondicionador para un termopar.
Prácticas de laboratorio.	Proxecto 1. Sistema de medida en continua Práctica 1. Caracterización dunha ponte de galgas extensiométricas. Práctica 2. Acondicionamento dunha ponte de galgas. Amplificación e filtrado. Práctica 3. Adquisición de datos e programación dun instrumento virtual. Práctica 4. Axustes e probas do sistema de medida en continua. Proxecto2. Sistema de medida en alterna Práctica 5. Convertedor F/V. Práctica 6. Ponte activo en alterna. Práctica 7. Estudo dun sensor de medida en alterna. Práctica 8. Acondicionamento en alterna. Práctica 9. Programación en linguaxe C dun sistema de adquisición de datos. Práctica 10. Axustes e probas do sistema de medida en continua.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	2	3
Lección maxistral	13	26	39
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas de laboratorio	18	10	28
Aprendizaxe baseado en proxectos	3	1	4
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	10	12
Exame de preguntas obxectivas	1	6	7
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	10	10
Práctica de laboratorio	0	10	10

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Actividades encamiñadas a tomar contacto e reunir información sobre o alumnado, así como a presentar a materia.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos sobre a materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio que o/a estudante ten que desenvolver. Trabállanse as competencias C19, C21 e C28.
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. O alumno debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante a práctica de rutinas, a aplicación de fórmulas ou algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados. Adóitase utilizar como complemento da lección maxistral. Trabállanse as competencias C19, C21 e C28.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos a situacións concretas e de adquisición de habilidades básicas e procedementos relacionadas coa materia obxecto de estudo. Desenvólvense en espazos especiais con equipamento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.). Trabállanse as competencias C19, C21 e C28.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Realización de actividades que permiten a cooperación de varias materias e enfrontan aos alumnos/as, traballando en equipo, a problemas abertos. Permiten adestrar, entre outras, as capacidades de aprendizaxe en cooperación, de liderado, de organización, de comunicación e de fortalecemento das relacións persoais. Trabállanse as competencias C19, C21 e C28.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
--------------	------------

Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos alumnos sobre o estudo dos conceptos teóricos e os exercicios. As titorías personalizadas faranse no despacho no horario que se publique ao principio do curso no perfil persoal accesible en Moovi.
Resolución de problemas	O profesor atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos alumnos sobre a resolución dos problemas. As titorías personalizadas faranse no despacho do profesor no horario que se publique ao principio do curso no seu perfil persoal accesible en Moovi.
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado sobre a preparación das prácticas de laboratorio e sobre a realización dos informes de resultados. As titorías personalizadas faranse no despacho ou no laboratorio no horario que se publique ao principio do curso no perfil persoal accesible en Moovi.
Aprendizaxe baseado en proxectos	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado sobre a preparación dos proxectos a realizar no laboratorio. As titorías personalizadas faranse no despacho ou no laboratorio no horario que se publique ao principio do curso no perfil persoal accesible en Moovi.

Avaliación			
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Exame de preguntas de desenvolvemento	Probas que inclúen preguntas abertas sobre un tema. O alumnado debe desenvolver, relacionar, organizar e presentar os coñecementos que teñen sobre a materia nunha resposta extensa.	25	C19 C21 C28
Exame de preguntas obxectivas	Probas que avalían o coñecemento que inclúen preguntas pechadas con diferentes alternativas de resposta (verdadeiro/falso, elección múltiple, emparellamento de elementos, etc.). Os alumnos/as seleccionan unha resposta entre un número limitado de posibilidades.	15	C19 C21 C28
Resolución de problemas e/ou exercicios	Proba na que o alumnado debe solucionar unha serie de problemas e/ou exercicios nun tempo/condicións establecido/as polo equipo docente. Desta forma, o alumnado debe aplicar os coñecementos adquiridos.	10	C19 C21 C28
Práctica de laboratorio	Prácticas de execución de tarefas reais ou simuladas. Son probas nas que se avaliará o desempeño do alumnado sobre a base dos coñecementos mostrados, o comportamento, organización e planificación durante a práctica, reflexión sobre os resultados obtidos, e elaboración dun informe no que se reflicten as características do traballo levado a cabo. O alumnado debe describir as tarefas e procedementos desenvolvidos, mostrar os resultados obtidos ou observacións realizadas, así como a análise e tratamento de datos.	50	C19 C21 C28

Outros comentarios sobre a Avaliación

1. Oportunidade ordinaria 1.1. **Avaliación continua: está formada polas tres partes seguintes cos seus respectivos pesos:**

Parte 1.- Laboratorio (50%), que se divide en:

- Desenvolvemento das prácticas (25%).
- Informe das prácticas de laboratorio (25%).

Parte 2.- Exames de teoría (40%), que se divide en:

- Exame de preguntas de desenvolvemento (25%).
- Exame de preguntas obxectivas (15%).

Parte 3.- Resolución de problemas e/o exercicios (10%).

A nota final, a cal se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, é a suma das notas de cada parte se se cumpren as seguintes condicións:

- Condición 1.- Realizar un mínimo do 80% das prácticas de laboratorio.
- Condición 2.-Obter unha puntuación mínima do 40% na avaliación de laboratorio (parte 1), nos exames (parte 2) e na resolución de problemas e/o exercicios (parte 3).

Se non se cumpre algunha das condicións anteriores, a nota final será a suma das notas de cada parte ou 4 puntos sobre 10, no caso de que dita suma sexa superior ou igual a 5 puntos.

O alumnado que opte por avaliación continua e que non alcanzase a nota mínima nalgún dos exames, pode recuperar no exame final da avaliación global da oportunidade ordinaria ou da extraordinaria. No caso dos informes de prácticas e resolución de problemas e/o exercicios, se non se alcanzou a nota mínima, o prazo para presentar as melloras propostas

polo equipo docente é a data do exame final da oportunidade ordinaria ou da extraordinaria.

Para aprobar, os alumnos deben obter unha puntuación total igual ou superior ao 50% da nota máxima (5 puntos).

Se transcorrido o primeiro mes de actividade académica e despois de realizar o primeiro exame parcial, o alumnado non renuncia expresamente á avaliación continua, considerarase que é o método de avaliación que elixiu.

1.2. Avaliación global

O alumnado que non optase pola avaliación continua ou que non realizase, polo menos, o 80% das prácticas, pódese presentar a un exame final.

O exame final consiste nunha proba práctica e nunha teórica, cada unha correspondente ao 50% da nota total. Para aprobar débese obter un mínimo do 40% en cada parte e sumar en total, como mínimo, 5 puntos. Se a suma total é igual ou superior a 5 puntos, pero non se alcanzou o mínimo en ambas as partes, a nota final será de 4 puntos.

O alumnado que non optase por avaliación continua e non se presente ao exame final terá a cualificación de Non Presentado.

2. Oportunidade extraordinaria Na oportunidade extraordinaria a avaliación é como a descrita na avaliación global para os alumnos que non optasen por avaliación continua.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Miguel Ángel Pérez García, **Instrumentación electrónica**, 978-84-283-3702-1, 2014

Camilo Quintáns Graña, **Simulación de circuitos electrónicos con OrCAD® PSpice®**, 978-84-267-3351-1, 2, Marcombo, 2022

European Accreditation Laboratory Committee, **Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration**, European Accreditation (EA), 2022

Bibliografía Complementaria

Miguel Ángel Pérez García, **Instrumentación electrónica: 230 problemas resueltos**, 978-84-15452-00-3, 2012

Ramón Pallás-Areny y John G. Webster, **Sensors and Signal Conditioning**, 978-1-118-58593-1, Wiley, 2012

Centro Español de Metrología, **Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida**, NIPO EDICIÓN DIGITAL 1: 706-10- 001- 0, 2008

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Ciberseguridad				
Materia	Ciberseguridad			
Código	10414-76024			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición				
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos			
Profesorado	Rivas Costa, Carlos Rodríguez Rubio, Raúl Fernando			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Trátase dunha materia básica que trata os aspectos básicos da ciberseguridade nas organizacións e empresas e os conceptos fundamentais de ciberseguridade, seguridade da información e seguridade na rede. Dun modo máis concreto, os contidos abarcan o modelado de ciberataques, a xestión de vulnerabilidades, a xestión e resposta de ciberincidentes e a ciberinteligencia aplicada neste mesmo ámbito.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
C1	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir obras e instalacións de sistemas de telecomunicación, cumprindo a normativa vixente, asegurando a calidade do Servizo.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C4	Aplicar metodoloxías de elaboración, planificación estratéxica, dirección, coordinación e xestión técnica e económica de proxectos en todos os ámbitos da Enxeñaría de Telecomunicación seguindo criterios de calidade e ambientais.
C17	Realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento
C32	Comprender, deseñar, configurar, xestionar, manter, diagnosticar, solucionar problemas e implantar políticas de seguridade nunha rede corporativa (equipos, protocolos e servizos).
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia		
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Coñecer e comprender todos os conceptos fundamametais relacionados coa ciberseguridade: vulnerabilidades, malware, modelos e técnicas de ciberataque	C32	D6
Comprender os conceptos relacionados coas vulnerabilidades e manexar as ferramentas necesarias para a súa xestión	C1 C3 C4 C17 C32	D6
Coñecer e xestionar os procedementos e ferramentas relacionados coas operacións de ciberdefensa nun SOC (Security Operations Center) e coa xestión de incidentes de ciberseguridade	C1 C2 C4 C17 C32	D6
Coñecer, comprender e manexar os fundamentos, técnicas e metodoloxías esenciais para a obtención, análise e produción de intelixencia de ciberamenazas, con un enfoque adaptado aos requisitos operativos e estratéxicos da ciberdefensa	C1 C2 C4 C17 C32	D6

Contidos
Tema

1. Conceptos fundamentais de ciberseguridade	a) Confidencialidade, integridade e dispoñibilidade b) Vulnerabilidades, actores, APTs, ciberamenazas e vectores de ataque. c) Malware. Exploits. d) Introdución aos modelos de ciberataques: Cyber Kill Chain y MITRE e) Técnicas de ciberataque
2. Xestión de vulnerabilidades	a) Fontes de Publicación de Vulnerabilidades. NVD (NIST) b) Indicadores CVSS e EPSS c) Identificación e Análise de Vulnerabilidades
3. Operacións de ciberdefensa	a) El Security Operations Center (SOC) y el equipo de respuesta (CERT). Flujo de trabajo ante una alerta de amenaza. b) Gestión de incidentes de ciberseguridad. Ciclo de vida c) Monitorización: IDS/IPS. Antivirus / EDR. SIEM d) Respuesta frente a incidentes de ciberseguridad
4. Ciberinteligencia aplicada a la gestión de incidentes de ciberseguridad	a) Ciberinteligencia: táctica, operacional y estratégica b) Ciclo de vida da generación de ciberinteligencia c) Fuentes de ciberinteligencia d) Generación y consumo de inteligencia de ciberamenazas: IoCS. Reglas IDS e) Análisis de ciberinteligencia f) Aplicación de técnicas de ciberinteligencia a APTs

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	24	42	66
Prácticas con apoio das TIC	8	16	24
Resolución de problemas	6	12	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	13	13
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Exame de preguntas obxectivas	2	0	2

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición das ideas, conceptos, técnicas e algoritmos de cada unha das unidades temáticas do curso. Con esta metodoloxía traballaranse todos os RA da materia
Prácticas con apoio das TIC	Prácticas de manexo dalgunhas das ferramentas máis habitualmente usadas no ámbito da ciberseguridade, a partir dos coñecementos vistos nas clases maxistrais. Con esta metodoloxía traballaranse todos os RA da materia
Resolución de problemas	Resolución na aula por parte do profesor de problemas relacionados coa materia. Con esta metodoloxía traballaranse todos os RA da materia
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de problemas, prácticas e test autoavaliáveis na aula virtual que deben ser realizados polo alumnado de maneira individual, autónoma e non presencial, sempre cunha data límite. Estas actividades teñen un peso global conxunto do 20% no caso de avaliación continua. Con esta metodoloxía traballaranse todos os RA da materia

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia. Os estudantes poden solicitar sesións de tutoría ao profesorado da materia mediante mensaxería ou correo electrónico. Con esta metodoloxía trabállanse todas as competencias
Prácticas con apoio das TIC	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia. Os estudantes poden solicitar sesións de tutoría ao profesorado da materia mediante mensaxería ou correo electrónico. Con esta metodoloxía trabállanse todas as competencias
Resolución de problemas	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia. Os estudantes poden solicitar sesións de tutoría ao profesorado da materia mediante mensaxería ou correo electrónico. Con esta metodoloxía trabállanse todas as competencias

Resolución de problemas de forma autónoma	No caso das tarefas online proporcionarase na aula virtual a solución detallada de todas as tarefas. No caso de tests de autoavaliación, os tests serán confeccionados para facilitar a idónea realimentación ao alumno nas preguntas falladas. En calquera caso, pode asistirse igualmente á atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia. Os estudantes poden solicitar sesións de tutoría ao profesorado da materia mediante mensaxería ou correo electrónico. Con esta metodoloxía trabállanse todas as competencias
---	---

Avaliación				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Resolución de problemas de forma autónoma	Ao longo do bimestre exponse tarefas e tests autoavaliabes na aula virtual que deben ser realizadas polos alumnos de maneira individual, autónoma e non presencial, sempre cunha data límite. Estas tarefas teñen un peso global conxunto do 20%	20	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final que cobre toda a materia. Supón un peso do 40% pero esíxese unha cualificación mínima de 4 puntos sobre 10 para superar a materia	40	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6
Exame de preguntas obxectivas	Durante o curso realizaranse dúas probas de tipo test, dunha hora de duración, para control de seguimento da materia. Cada proba de control ten un peso do 20%.	40	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6

Outros comentarios sobre a Avaliación

A Nota Final da materia calcúlase como a media ponderada das cualificacións de cada apartado si a nota do Exame Final é maior ou igual que 4. Si fose inferior, a Nota Final será o mínimo entre 4,9 e a media ponderada anterior.

Considérase que opta por Avaliación Continua (AC) aquel alumno que se presenta á primeira proba intermedia de control de seguimento. En caso contrario, considérase que opta por Avaliación Global (AG).

A **Avaliación Global (EG)** consistirá na realización do mesmo Exame Final e a nota será a obtida en devandito exame.

Oportunidade Extraordinaria

No mes de Xullo haberá un novo Exame Final nas datas oficialmente establecidas que só poderá ser feito polos alumnos que non superen a materia na oportunidade ordinaria.

Aqueles alumnos que suspendan na oportunidade ordinaria indo por Avaliación Continua e desexen renunciar a ela para escoller a Avaliación Goblal, terán que solicitalo por escrito ao coordinador da materia antes da data de revisión do exame final da oportunidade ordinaria.

Outras consideracións

Considéranse presentados á materia todos os alumnos que se presenten a algún dos Exames Finais. As cualificacións de todas as probas escritas, parciais ou finais, e actividades non presenciais só terán efectos no curso académico no que se propoñan.

A plataforma de aula virtual conta con ferramentas para detectar posibles comportamentos anómalos e deshonestos nos tests de autoavaliación (tests feitos entre varios, respostas coñecidas de antemán, etc.), así como para detectar posibles plaxios en traballos escritos ou en programas software.

En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas/exames/tests realizados, incluídas as actividades non presenciais entregadas ou realizadas na aula virtual, a cualificación final da materia será de Suspenso (0) e os profesores comunicarán á Dirección da Escola o asunto para que tome as medidas oportunas.

Ante calquera contradicción que se puidera dar entre as distintas versións da guía, por mor dalgún erro na traducción, a versión que prevalecerá é esta versión na lingua galega.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Rebekah Brown & Scott J Roberts, **Intelligence-Driven Incident Response: Outwitting the Adversary**, 978-1098120689, O'Reilly Media, 2023

Joseph Steinberg y otros, **Cybersecurity All-in-One For Dummies**, 978-1394152858, 2023

Linda K. Lavender, **Principles of Cybersecurity**, 978-1635635539, Goodheart-Willcox, 2018

José Lominchar Jiménez y Pablo Luis Gómez Sierra, **Principios de ciberinteligencia**, 978-8445444696, Udimá, 2022

Arturo Enrique Mata García, **Ciberseguridad. Curso Práctico**, 978-8410360099, RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2024

Bibliografía Complementaria

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Distribución de contenidos multimedia				
Materia	Distribución de contenidos multimedia			
Código	10414-76025			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Herrería Alonso, Sergio			
Profesorado	Rivas Costa, Carlos			
Correo-e	sha@det.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	Esta materia presenta as principais tecnoloxías específicas para a distribución de contidos multimedia polas redes de comunicacións.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B6	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/o aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación.
B9	Comprender e saber aplicar o funcionamento e organización da internet, as tecnoloxías e protocolos da internet de nova xeración, os modelos de compoñentes, software intermediario e servizos.
B12	Coñecer os principais estándares no ámbito da codificación de audio e vídeo.
B13	Comprender os principais problemas que se expoñen na transmisión de contidos multimedia
B14	Coñecer os protocolos de transporte e de sinalización empregados polas aplicacións multimedia.
B15	Coñecer as principais técnicas para a distribución eficiente de contidos multimedia.
B16	Coñecer as principais tecnoloxías de rede para a distribución multimedia nas redes de acceso.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C8	Comunicar (de forma oral e escrita) as conclusións- e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C17	Realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamiento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento
C18	Resolver a converxencia, interoperabilidade e deseño de redes heteroxéneas con redes locais, de acceso e troncais, así como a integración de servizos de telefonía, datos, televisión e interactivos
C33	Configurar e despregar servizos de streaming e de VoIP.
D3	Integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación de coñecementos e xuízos
D4	Deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Comprender os principais problemas que se expoñen na transmisión de contidos multimedia.	B6 B13	C6	D3
Coñecer os principais estándares no ámbito da codificación de audio e vídeo.	B12		
Coñecer os protocolos de transporte e de sinalización empregados polas aplicacións multimedia.	B9 B14		
Coñecer as principais técnicas para a distribución eficiente de contidos multimedia.	B9 B15	C17	D4
Coñecer as principais tecnoloxías de rede para a distribución multimedia nas redes de acceso.	B16	C18	D6
Configurar e despregar servizos de streaming e de VoIP.		C8 C9 C33	

Contidos	
Tema	
Aplicacións multimedia	Codificación de audio/vídeo. Tipo de aplicacións multimedia. Requisitos de QoS. QoE.
Servizos multimedia interactivos	VoIP. Videoconferencias. Protocolos de transporte e sinalización. Arquitecturas de control: IMS, VoNR. WebRTC.
Servizos de streaming	VoD. IPTV, Protocolos de transporte. Distribución escalable. Streaming adaptativo.
Distribución multimedia nas redes de acceso	Redes metropolitanas, EPON/GPON, Carrier Ethernet, redes móbiles.

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	27	45
Prácticas con apoio das TIC	13	28	41
Traballo tutelado	7	28	35
Resolución de problemas e/ou exercicios	1.5	0	1.5
Proxecto	1	0	1
Resolución de problemas e/ou exercicios	1.5	0	1.5

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

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos conceptos e técnicas de cada unha das unidades temáticas da materia. Nestas sesións débense adquirir os resultados de aprendizaxe B6, B12, B13, B14, B15, B16, C17, C18, D3 e D4.
Prácticas con apoio das TIC	Aprendizaxe práctica de ferramentas básicas para a distribución de contidos multimedia sobre redes de computadores. Actividade grupal. Durante a realización das prácticas deben adquirirse os resultados de aprendizaxe B9, C6, C9 e C33.
Traballo tutelado	Configuración, baixo a supervisión do profesorado, dun servizo multimedia. Actividade grupal. Durante a realización do traballo deben adquirirse os resultados de aprendizaxe B9, C8, C9, C33 e D6.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Dispensarase atención personalizada de forma presencial e/ou telemática (a través do correo electrónico, foros de Moovi ou Campus Remoto). Sergio Herrería Alonso: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11341
Prácticas con apoio das TIC	Dispensarase atención personalizada de forma presencial e/ou telemática (a través do correo electrónico, foros de Moovi ou Campus Remoto). Sergio Herrería Alonso: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11341
Traballo tutelado	Dispensarase atención personalizada de forma presencial e/ou telemática (a través do correo electrónico, foros de Moovi ou Campus Remoto). Sergio Herrería Alonso: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11341

Avaliación					
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame sobre parte dos contidos da materia. Cuestións e problemas de carácter conceptual, lóxico, analítico ou aplicado. Exercicio escrito de hora e media de duración.	35	B6 B12 B13 B14 B15 B16	C17 C18	D3 D4
Proxecto	Avaliación da funcionalidade e prestacións do servizo multimedia configurado durante o curso.	30	B9	C6 C8 C9 C33	D6

Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame sobre parte dos contidos da materia. Cuestións e problemas de carácter conceptual, lóxico, analítico ou aplicado. Exercicio escrito de hora e media de duración.	35	B6 B12 B13 B14 B15 B16	C17 C18	D3 D4
---	--	----	---------------------------------------	------------	----------

Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación, ofrecerase a quen curse esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación global.

A avaliación continua comprenderá a realización de tres probas: dous exames parciais (35% da nota final cada un deles) e un proxecto consistente na configuración dun servizo multimedia básico (30% da nota final). En calquera caso, para poder aprobar a materia será necesario obter polo menos un 3 (sobre 10) en cada unha das probas. Quen supere os cinco puntos na nota final pero non alcance este mínimo nalguna das probas, será cualificado cun SUSPENSO (4.9). A nota do proxecto dependerá tanto da funcionalidade e prestacións do servizo desenvolvido (60%) como das respostas a un exame práctico resolto individualmente por cada membro do grupo (40%). Ningunha das tres probas é recuperable e soamente serán válidas para o curso actual.

Quen prefira optar pola avaliación global será avaliado mediante un único exame escrito sobre todos os contidos da materia ao fin do cuadrimestre. A nota final da materia será, neste caso, a nota obtida en devandito exame.

Considerarase que opta pola avaliación continua quen se presente ao primeiro dos exames parciais ou entregue o proxecto proposto. Considerarase presentado á convocatoria soamente a quen se presente ao segundo exame parcial (ou ao exame final se optou pola avaliación global).

En caso de detección de plaxio en calquera das tres probas, a nota final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Quen non aprobe a materia tras a oportunidade ordinaria deberá realizar, para a oportunidade extraordinaria, un exame escrito, que versará sobre todos os contidos da materia. Para esta oportunidade, poderase manter a nota obtida no proxecto, coa mesma ponderación que na oportunidade ordinaria.

Na convocatoria de fin de carreira a avaliación consistirá na realización dun único exame escrito, que versará sobre todos os contidos da materia.

A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase nunha Comisión Académica de Mestrado (CAM) e estará dispoñible ao principio do cuadrimestre.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

I. Vidal, I. Soto, A. Banchs, J. García-Reinoso, **Multimedia Networking: Technologies, Protocols and Architectures**, 978-1630813789, 1, Artech House Publishers, 2019

Z. Li, M. Drew, J. Liu, **Fundamentals of Multimedia**, 978-3030621230, 3, Springer, 2021

Bibliografía Complementaria

J. F. Kurose, K. W. Ross, **Computer networking: a top-down approach**, 978-9356061316, 8, Pearson, 2021

H. W. Barz, G. A. Bassett, **Multimedia networks: protocols, design, and applications**, 978-1119090175, 1, Wiley, 2016

Gary Hallberg, **Quality of Service in Modern Packet Networks**, 978-1690728115, 1, Independiente, 2019

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Laboratorio de Redes Móviles				
Materia	Laboratorio de Redes Móviles			
Código	10414-76026			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Gil Castiñeira, Felipe José			
Profesorado	López Bravo, Cristina			
Correo-e	felipe@uvigo.gal			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	A materia "Laboratorio de Redes Móviles" examina as comunicacións móbiles, os servizos que permiten, e as tecnoloxías que as sustentan. Utiliza unha aproximación práctica, traballando sobre equipamento experimental que lle permite ao alumnado ter un contacto directo cos distintos elementos que compoñen unha rede móbil actual, deseñando e implementando protocolos e servizos.			
Impártese en galego e castelán, pero a documentación estará en inglés.				
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.				

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B5	Adquirir coñecementos avanzados e demostrar, nun contexto de investigación científica e tecnolóxica ou altamente especializado, unha comprensión detallada e fundamentada dos aspectos teóricos e prácticos e da metodoloxía de traballo nun ou máis campos de estudo.
B6	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/o aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C17	Realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento
C18	Resolver a converxencia, interoperabilidade e deseño de redes heteroxéneas con redes locais, de acceso e troncais, así como a integración de servizos de telefonía, datos, televisión e interactivos
D2	Desenvolver a autonomía suficiente para participar en proxectos de investigación e colaboracións científicas ou tecnolóxicas dentro o seu ámbito temático, en contextos interdisciplinares e, no seu caso, cunha alta compoñente de transferencia do coñecemento.
D4	Deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia			
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Comprender os aspectos básicos das comunicacións móbiles.	B5	C9	
Ser capaz de deseñar, modificar, configurar e validar redes móbiles así como despregar novos protocolos e servizos e realizar experimentos.	B5 B6	C6 C9 C17 C18	D2 D4 D6

Contidos	
Tema	
Introdución ás arquitecturas de redes móbiles	Rede de acceso, core, edge, aplicacións, etc.
Familiarización coa rede experimental e o equipamento de xeración e medida.	

Realización dun proxecto de desenvolvemento, despregue e medida de prestacións nalgún dos distintos ámbitos relacionados coas redes móbiles	Proxecto en temáticas tales como arquitecturas de redes móbiles; redes fronthaul e backhaul; virtualización de funcións de rede; arquitecturas de núcleo de rede; xestión da mobilidade; autenticación e cifrado; handover; roaming; multipath; QoS; network slicing; edge computing; APIs; etc.
---	--

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	12	28	40
Traballo tutelado	21	49	70
Prácticas de laboratorio	6	3	9
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	2	2
Traballo	0	1	1
Presentación	1	0	1

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O alumnado deberá estudar os principais contidos teóricos relacionados coas redes móbiles. Con esta metodoloxía contribuírase a adquisición das competencias B5, B6 e C9.
Traballo tutelado	Realización do deseño, implementación e proba dun protocolo, sistema, aplicación ou servizo. Con esta metodoloxía traballarase as competencias B5, B6, C6, C9, C17, C18, D2, D4 E D6.
Prácticas de laboratorio	

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado da materia proporcionarán atención individual e personalizada ao alumnado durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse durante as sesións presenciais ou no horario establecido para as titorías. O horario de titorías poderase consultar ou solicitar na páxina web da materia (https://moovi.uvigo.gal).
Traballo tutelado	O profesorado da materia proporcionarán atención individual e personalizada ao alumnado durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. Así mesmo, o profesorado orientará ao alumnado para a realización do proxecto. As dúbidas atenderanse durante as sesións presenciais ou no horario establecido para as titorías. O horario de titorías poderase consultar ou solicitar na páxina web da materia (https://moovi.uvigo.gal).
Prácticas de laboratorio	

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Lección maxistral	Realízase un exame para avaliar comprensión dos contidos presentados nas sesións maxistrais.	40	B5 B6	D4 D6
Traballo tutelado	O alumnado completará de forma individual cuestionarios e/ou informes de prácticas onde se mostrará a correcta realización e comprensión das prácticas. Os conceptos estudados nestas clases prácticas poderá ser tamén requirido nos exames da materia.	20	B5 B6	C6 C9 C17 C18 D2 D4 D6
Prácticas de laboratorio	O alumnado realizará o deseño, implementación e proba dun protocolo, sistema, aplicación ou servizo. O resultado será avaliado despois da súa entrega valorando aspectos como a corrección, a calidade, as prestacións e as funcionalidades.	40	B5 B6	C6 C9

Outros comentarios sobre a Avaliación

Para superar o curso é preciso completar as distintas partes nas que se divide a materia (sesión maxistral, prácticas de laboratorio e proxectos). A nota final será o resultado de aplicar a media xeométrica ponderada da nota de cada unha das partes. Sendo "x" a nota das sesións maxistrais, "y" a das prácticas de laboratorio e "z" a dos proxectos, a nota final será:

$$\text{nota} = x^{0.4} \times y^{0.2} \times z^{0.4}$$

Durante o primeiro mes, os estudantes deberán indicar explicitamente e por escrito o seu desexo de cursar a materia seguindo a avaliación global. Noutro caso considerarase que seguen a avaliación continua. Aqueles que sigan a avaliación continua non se poderán considerar "non presentados" unha vez se realice a entrega do primeiro cuestionario ou tarefa.

Quen opte pola avaliación global deberá superar as probas escritas (40%), presentar un proxecto (40%) e presentar as prácticas de laboratorio (20%). Estas partes serán avaliadas tal e como se indica no apartado de descrición das distintas probas. A nota final será o resultado de aplicar a media xeométrica ponderada da nota de cada unha das partes. Ademais, deberá presentar adicionalmente un *dossier*, que deberá defender ante os profesores, onde se inclúan tódolos detalles sobre a realización das distintas tarefas, moi especialmente o traballo tutelado. Durante o primeiro mes do curso, o profesorado notificaralles a quen opte pola avaliación global se debe realizar o traballo de forma individual.

Poderanse fixar fitos intermedios para o proxecto, se se non se alcanza poderán supoñer unha penalización de ata un 20% da nota.

Oportunidade extraordinaria e de fin de carreira para aprobar o curso

Só poderá optar á oportunidade extraordinaria e á de fin de carreira quen non superase a oportunidade ordinaria (ao finalizar o cuadrimestre).

Para superar o curso será necesario completar as distintas partes nas que se divide a materia: as probas de resposta curta (40%), presentar un proxecto (40%) e presentar as prácticas de laboratorio (20%). Estas partes serán avaliadas tal e como se indica no apartado de descrición das distintas probas. A nota final será o resultado de aplicar a media xeométrica ponderada da nota de cada unha das partes. Será necesario, ademais, presentar un *dossier*, que deberá defender ante os profesores, onde se inclúan tódolos detalles sobre a realización das distintas tarefas, moi especialmente o traballo tutelado. Durante o primeiro mes do curso, o profesorado notificaralles a quen opte pola avaliación global se debe realizar o traballo de forma individual.

Quen seguise a avaliación continua pode optar por manter as notas obtidas na oportunidade ordinaria para as distintas partes da materia ou descartalas.

Outros comentarios

As puntuacións obtidas só son válidas para o curso académico en vigor.

Aínda que o traballo tutelado se desenvolverá (na medida do posible) en grupos, o alumnado debe deixar evidencias do seu traballo individual dentro do grupo. No caso no que o rendemento dun alumno ou alumna non sexa acorde ao dos seus compañeiros de grupo, considerarase a súa expulsión do mesmo e/ou poderá ser avaliado de forma individual nesta parte.

O uso de calquera material durante a realización dos exames terá que ser autorizado explicitamente polo profesorado.

En caso de detección de plaxio ou de comportamento non ético nalgún dos traballos/probas realizadas, a cualificación final da materia será de "suspense (0)" e o profesorado comunicará o asunto ás autoridades académicas para que tome as medidas oportunas.

Na realización das actividades académicas desta materia permítese o uso de intelixencia artificial xerativa (IAX). O seu uso debe ser ético, crítico e responsable. No caso de empregar IAX, é fundamental avaliar de xeito crítico calquera resultado proporcionado e verificar con coidado calquera cita ou referencia xerada. Ademais, recoméndase declarar o uso das ferramentas empregadas

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Andreas F. Molisch, **Wireless Communications: From Fundamentals to Beyond 5G, 3rd Edition**, 978-1-119-11721-6, 3, 2022

Bibliografía Complementaria

p4language consortium, **P4 Tutorial**, <https://github.com/p4lang/tutorials/tree/master>,

Dr. Ian C. Wong, Dr. Aditya Chopra, Dr. Sridhar Rajagopal, Dr. Rittwik Jana, **Open RAN: The Definitive Guide**, 9781119885993, 1, Wiley, 2023

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Antenas				
Materia	Antenas			
Código	10414-76027			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Rodríguez Rodríguez, José Luis			
Profesorado	Rodríguez Rodríguez, José Luis			
Correo-e	banner@com.uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	A materia dedícase ao estudo de antenas e abarca desde as bases electromagnéticas ata o deseño práctico das mesmas, pasando polos modelos de análises e simulación do comportamento das antenas.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C5	Utilizar ferramentas propias de dirección xeral, dirección técnica e dirección de proxectos de investigación, desenvolvemento e innovación, en empresas e centros tecnolóxicos.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Coñecer os principais parámetros que caracterizan o comportamento das antenas transmisoras e receptoras	B4	C2 C3 C5
Coñecer os distintos tipos de antenas segundo as súas aplicacións e as súas frecuencias de funcionamento	B4	C2 C3 C5
Ser capaces de entender e desenvolver modelos que permitan simular o comportamento das antenas e predicir os seus parámetros característicos	B4	C2 C3 C5
Ser capaces de afrontar exercicios de deseño de antenas para unhas especificacións determinadas	B4	C2 C3 C5

Contidos

Tema	
1. Fundamentos electromagnéticos de antenas	1.1 Xeneralidades 1.2 Fenomenos de radiación electromagnética 1.3 Propiedades do campo de radiación 1.4 A antena en transmisión 1.5 A antena en recepción 1.6 A antena en sistemas de comunicacións e en radar
2. Modelado de antenas	2.1 Antenas lineais 2.2 Antenas de apertura 2.3 Arrays
3. Tipos de antenas	3.1 Antenas de fío 3.2 Antenas impresas e de ranura 3.3 Bocinas, lentes e reflectores
4. Prácticas	4.1 Deseño dunha antena plana GPS de banda única 4.2 Deseño dunha antena GPS de dobre banda 4.3 Medida do prototipo final de antena.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	20	17	37
Resolución de problemas	5	15	20
Estudo de casos	5	15	20
Prácticas con apoio das TIC	5	15	20
Resolución de problemas e/ou exercicios	3	9	12
Práctica de laboratorio	2	6	8
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	6	8

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Presentación dos contidos no tema de estudo, instrucións e exercicios ou proxectos para ser desenvolvidos polo estudante. Competencias A2, C2, C3, C5
Resolución de problemas	Problemas e / ou os exercicios relacionaron ao tema. O estudante tería que desenvolver solucións apropiadas ou correctas a través das rutinas de exercicio, aplicando fórmulas ou *algoritmos, aplicando métodos de transformación dispoñibles e interpretar os resultados. Competencias A2, B4, C2.
Estudo de casos	Análise dun feito, problema ou acontecemento real para aprender, interpretalo, solucionalo, xerar hipótese, compara dato, coñecementos completos, diagnosticalo e tren en procedementos alternativos de solución. Competencias A2, B4, C2, C3, C5.
Prácticas con apoio das TIC	Actividades de aplicar coñecemento nun contexto dado e adquirindo habilidades básicas e procesuais en relación ao tema, a través de TIC. Competencias A2, A4, B4, C2.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atención mediante a resolución de dúbidas ou cuestións plantexadas polos estudantes Contacto: https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/jose-luis-rodriguez-rodriguez
Resolución de problemas	Resolución de problemas nas clases adicadas ao efecto e mediante as horas de tutorías habilitadas a tal efecto
Prácticas con apoio das TIC	Atención mediante as horas de tutorías habilitadas a tal efecto e a través do correo electrónico e foros de Fatic.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas e/ou exercicios	Preguntas conceptuais sobre o temario.	10	
Práctica de laboratorio	Valorarase a calidade das memorias presentadas, a participación e actitude demostrada nas prácticas, así como a presentación oral do traballo.	60	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final: Proba para avaliación das competencias que inclúe preguntas abertas sobre un tema. Os alumnos deben desenvolver, relacionar, organizar e presentar os coñecementos que teñen sobre a materia nunha resposta extensa a unha situación práctica exposta.	30	

Outros comentarios sobre a Avaliación

Ofreceráse aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación global.

1. AVALIACIÓN CONTINUA

O sistema de avaliación continua consistirá en:

- Unha proba de resposta curta que se realizará en clase aproximadamente na metade do período docente. Valoración 10%. Puntuación EC1, cun máximo de 1 punto.
- Un exercicio de deseño de antenas para unha aplicación concreta. Realizarase fundamentalmente de forma

autónoma mediante ferramentas de simulación. O estudante elaborará unha memoria que entregará e presentará en clase ao final do cuadrimestre. Puntuación EC2, cun máximo de 6 puntos. Os 6 puntos deste exercicio distribuiranse así: 2 puntos pola participación activa nas sesións (en grupos C) dedicadas aos deseños e á súa presentación e discusión; 2 puntos pola calidade da solución proposta; 1 punto pola calidade da memoria presentada; e 1 punto pola calidade da presentación oral.

- Un exercicio de resposta longa no que se resolverán problemas de análises e deseño de antenas para aplicacións concretas. Realizarase o mesmo día fixado para o exame final ordinario da materia. Valoración 30%. Puntuación EC3, cun máximo de 3 puntos.
- As probas de avaliación continua non son recuperables, é dicir, se un alumno non pode cumprilas no prazo estipulado o profesor non ten obrigación de repetirlas.
- A nota final de avaliación continua (EC) calcularase como a suma das puntuacións obtidas no tres probas planificadas: $EC = EC1 + EC2 + EC3$.
- A cualificación obtida nas tarefas avaliáveis (EC) será válida tan só para o curso académico no que se realicen.
- Se establece un prazo de un mes dende o inicio do curso para renunciar a EC.
- La participación en las prácticas es voluntaria

2. AVALIACIÓN GLOBAL - CONVOCATORIA ORDINARIA

Consistirá en:

- Un exame final que avaliará as competencias CB2, CG4, CE2, CE3, CE5. Valoración 40%. Puntuación EF1, cun máximo de 4 puntos.
- O mesmo día do exame o estudante entregará a memoria dun deseño de antenas previamente asignado. Emprazaráselle a unha presentación oral en sesión pública no prazo máis breve posible respectando a compatibilidade con outros exames do mesmo curso e titulación. Puntuación: 3 puntos por la presentación e 3 puntos pola memoria.
- As cualificacións parciais EF1 e EF2 poderán conservarse só ata a avaliación única - segunda oportunidade, dentro do mesmo curso.

3. AVALIACION GLOBAL - CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Seguirá o mesmo procedemento que a avaliación global ordinaria.

- Os estudantes, se así o desexan comunicándoo antes de empezar o exame, poderán conservar a súa nota previa da parte EF1 (ou alternativamente $EC3 + EC1$) ou ben da parte EF2 (ou EC2).

4. AVALIACION GLOBAL - CONVOCATORIA DE FIN DE CARREIRA

Seguirá o mesmo procedemento que a avaliación global ordinaria.

- Os estudantes, se así o desexan comunicándoo antes de empezar o exame, poderán conservar a súa nota previa da parte EF1 (ou alternativamente $EC3 + EC1$) ou ben da parte EF2 (ou EC2).

OBSERVACIÓNS:

Antes da realización ou entrega de cada proba indicárase a data e procedemento de revisión das cualificacións obtidas, que serán públicas nun prazo razoable de tempo.

- Considérase presentado a todo alumno que se presente a calquera dos dous exames finais. Así mesmo considerárase presentado a quen se acolla ao sistema de avaliación continua nos termos descritos anteriormente.

1. Considérase que a materia está aprobada se a nota final é igual ou superior a 5.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

C. A. Balanis, **Advanced Engineering Electromagnetics**, 2, Wiley, 2005

C. A. Balanis, **Antenna Theory and Design**, 4, Wiley, 2016

W.L.Stutzman,G.A.Thiele, **Antenna Theory and Design**, 3, Wiley, 2013

Bibliografía Complementaria

R.S.Elliott, **Antenna Theory and Design**, 1, Prentice Hall, 1981

R.E.Collin, **Antennas and Radiowave Propagation**, 1, Mc Graw Hill, 1985

P.S.Kildal, **Foundations of Antenas. A Unified Approach**, 1, Studentlitteratur,
T.A. Milligan, **Modern Antenna Design**, 2, Wiley, 2005

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Comunicacións Móviles e sen Fíos/V05M145V01313

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Laboratorio de Radio/V05M145V01209

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Radio/V05M145V01103

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Comunicaciones ópticas				
Materia	Comunicaciones ópticas			
Código	10414-76028			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	http://https://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Revisanse, en primeiro lugar, os principais dispositivos ópticos para comunicacións ópticas. A continuación, descríbense distintos sistemas avanzados de transmisión por fibra e de redes ópticas. Finalmente preséntanse sistemas cuánticos de comunicacións con tecnoloxía fotónica.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B1	Coñecer os mecanismos de posta en marcha, dirección e xestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos e de telecomunicacións, con garantía da seguridade para as persoas e bens, a calidade final dos produtos e a súa homologación.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C20	Aplicar coñecementos avanzados de fotónica e optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
1. Coñecemento funcional dos dispositivos fotónicos esenciais de comunicacións ópticas: fontes LED e láser, fotodetectores, moduladores ópticos, acopladores, circuladores, amplificadores de fibra, filtros ópticos, e fibras monomodo e multimodo.	B1	C3
2. Coñecemento de sistemas avanzados de transmisión por fibra: novos formatos de modulación, sistemas coherentes, sistemas non lineais e xestión da dispersión.		C3 C20
3. Coñecementos das tecnoloxías específicas de redes ópticas WDM e DWDM, e opcións de deseño das mesmas.		C3 C20
4. Coñecementos sobre tecnoloxías fotónicas para comunicacións cuánticas, particularmente para a distribución cuántica de claves.		C3 C6 C20

Contidos

Tema	
1. Dispositivos fotónicos para comunicacións ópticas	1.1. Introducción aos sistemas de comunicacións ópticas guiadas. 1.2. Dispositivos activos: láser, LED, fotodetector, modulador EOM e amplificador óptico de fibra dopada. 1.3. Dispositivos pasivos: acopladores, splitters, filtros, gratings e circuladores.
2. Sistemas ópticos avanzados	2.1. Enlaces coherentes e novos formatos.
3. Redes Ópticas WDM	3.1. Sistemas WDM e DWDM 3.2. Crosstalk en sistemas WDM debido a efectos lineais. 3.3. Crosstalk en sistemas WDM debido a efectos non lineais.

4. Tecnoloxías fotónicas para comunicacións ópticas

4.1. Introducción á mecánica cuántica

4.2. Sistemas de comunicacións cuánticas, QKD

4.3. Tecnoloxías fotónicas para QKD

Práctica 1. Dispersión en fibra multimodo	Caracterización da dispersión intermodal e intramodal dunha fibra multimodo de índice gradual
Práctica 2. Características espectrais das fontes ópticas e observación do chirp	Caracterización de diversas fontes ópticas e observación do chirp nun láser sintonizable de cavidade externa
Practica 3. Sistemas DWDM	Caracterización de sistemas DWDM traballando en terceira xanela
Practica 4. Borrador cuántico	Demostra os principios de complementariedad cuántica e a eliminación da información de ruta.
Practica 5. Medidas cuánticas sen interacción	Demostración do principio de medidas cuánticas sen interacción
Practica 6. Sistemas QKD	Unha implementación clásica do protocolo BB84 para simular a distribución cuántica de claves.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	1	2
Lección maxistral	23	28	51
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	12	14
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	12	13
Traballo	1	16	17

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Explicación por parte do profesorado do desenvolvemento e avaliación da materia. Aclaración de dúbidas.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos principais de cada tema. Na clase maxistral non se comentan todos os contidos que son materia de exame. O alumno debe tomar como referencia dos contidos de exame os apartados do libro/apuntes proporcionados polo profesor e que se indican no documento/guía de cada tema. Traballo persoal e/ou en grupo posterior do alumno repasando os conceptos vistos na aula e ampliando os contidos tomando como referencia a guía de cada tema. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B1, C3, C6 e C20.
Prácticas de laboratorio	Estudo experimental de diversos dispositivos ópticos e de sistemas de comunicacións ópticas. Traballo persoal previo do alumno na preparación das prácticas. Para iso utilizará a documentación proporcionada previamente polo profesor, así como repasará os conceptos teóricos relacionados. Ao comezo de cada sesión o profesor poderá solicitar ao alumno un pequeno resumo dos conceptos principais relacionados coa práctica a realizar. Identificación de dúbidas que se resolverán en tutorías personalizadas. (véxase prácticas 1-6 en contidos da materia). Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B1, C3, C6 e C20.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso
Prácticas de laboratorio	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso
Actividades introdutorias	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso
Probas	Descrición
Traballo	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba final na que se avaliarán todos os contidos da materia.	30	B1 C3 C6 C20
Resolución de problemas e/ou exercicios	Ao finalizar as prácticas de laboratorio, o alumno realizará unha proba puntuable sobre os coñecementos adquiridos nestas sesións (20%). Así mesmo, o alumno realizará unha proba puntuable (20%) sobre os contidos da metade da materia.	40	B1 C3 C6 C20
Traballo	Avaliación do traballo realizado. Para a realización do traballo, non se permitirá o uso de ferramentas de intelixencia artificial.	30	B1 C3 C6 C20

Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación en oportunidade ordinaria:

Ofreceráse aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación global.

Na quinta semana de clase o alumno debe decidir se opta por avaliación continua ou non. Por defecto, considerarase que o alumno opta por avaliación continua a non ser que este indíquele por escrito ao profesor o contrario.

Avaliación continua:

A avaliación continua comprende unha serie de tarefas que se realizan ao longo do cuadrimestre (70%) e unha proba de resposta longa (30%) que se realiza o día que corresponda de acordo co calendario de exames oficial. Estas tarefas comprenden (a) a realización dunha proba de resposta curta relacionada coas prácticas de laboratorio (20%), que se realizará ao finalizar a última sesión de laboratorio, e cos contidos da metade da materia (20%) que se realizará o rematar estes, e (b) a participación do alumno nas actividades realizadas no traballo (30%) o cal se avaliará ó final do curso. As actividades relacionadas co traballo se poderán facer en grupos de estudantes. Neste caso, a nota de cada estudante nesta tarefa será a nota do grupo. Estas tarefas non son recuperables, é dicir, se un alumno non pode cumprilas no prazo estipulado o profesor non ten a obriga de repetilas e unicamente serán válidas para o curso académico no que se realicen.

Así mesmo, aqueles alumnos que decidan optar por avaliación continua deberán, para poder superar a materia: (a) realizar polo menos 4 das 6 prácticas de laboratorio hardware; (b) obter, polo menos, 12 puntos sobre 30 no traballo; (c) obter, polo menos, 12 puntos sobre 30 na proba de resposta longa; e (d) obter un mínimo de 50 puntos en total contando todas as actividades do curso. A nota final daqueles alumnos que non superan estes mínimos esixidos para poder aprobar a materia mediante avaliación continua calcularase como o mínimo entre: (i) o número total de puntos obtido polo alumno contando todas as actividades do curso, e (ii) 49 puntos.

A elección de avaliación continua implica necesariamente que o alumno se presentou, con independencia de que asista ou non á proba de resposta longa.

Avaliación global:

Ademais do sistema de avaliación continua descrito anteriormente, o alumno pode optar por realizar un único exame final sobre a totalidade dos contidos da materia (100%). O profesor poderalle esixir ao alumno a entrega de tarefas adicionais, as cales lle serán notificadas na quinta semana do curso e deberán ser entregadas o día do exame final. Para poder aprobar a materia o alumno deberá obter, polo menos, 50 puntos sobre 100 contando o exame final e as tarefas adicionais.

Avaliación en oportunidade extraordinaria:

Aqueles estudantes que optaron por un sistema de avaliación continua en avaliación en oportunidade ordinaria e cumpren os requisitos (a) e (b) mencionados arriba poderán, se así o desexan, conservar a nota obtida nas tarefas de avaliación continua (70%) e realizar unha proba de resposta longa (30%). Para poder superar a materia, estes alumnos deberán obter, polo menos, 12 puntos sobre 30 na proba de resposta longa, e obter un mínimo de 50 puntos en total contando todas as actividades do curso.

Alternativamente, estes alumnos poderán tamén optar por realizar un único exame final sobre a totalidade dos contidos da materia (100%). En caso de querer ser avaliado mediante un exame final, estes alumnos deberán comunicar esta decisión ao profesor cunha antelación mínima dun mes respecto da data programada para a realización do exame final. En caso contrario, considerarase que o alumno opta por unha proba de resposta longa e por conservar a nota obtida nas tarefas de

avaliación continua.

O resto de alumnos (isto é, aqueles que optaron por un sistema de avaliación continua en oportunidade ordinaria e non cumpren os requisitos (a) e (b), e aqueles estudantes que optaron por avaliación global en oportunidade ordinaria) serán avaliados mediante un único exame final sobre a totalidade dos contidos da materia (100%).

No caso de realizar un único exame final, o profesor poderalle esixir así mesmo ao alumno a entrega de tarefas adicionais, as cales lle serán notificadas con, polo menos, un mes de antelación respecto da data de celebración do exame final e deberán ser entregadas o día de celebración do mesmo. Para poder aprobar a materia o alumno deberá obter, polo menos, 50 puntos sobre 100 contando o exame final e as tarefas adicionais.

Avaliación na Convocatoria de Fin de Grao:

Os alumnos realizarán un único exame final sobre a totalidade dos contidos da materia (100%).

En caso de detección de copia en calquera das probas (probas curtas, exames parciais ou exame final), a calificación final será de "suspenso (0)" e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, **Fundamentos de Comunicaciones Ópticas**, 2a Edición, Síntesis, 2001

J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, **Dispositivos de Comunicaciones Ópticas**, 1a Edición, Síntesis, 1999

Bibliografía Complementaria

G. P. Agrawal, **Fiber-Optic Communication Systems**, 4a Edición, Wiley-Interscience, 2010

G. Keiser, **Optical Fiber Communications**, 5a Edición, McGraw-Hill, 2014

J. Capmany y B. Ortega-Tamarit, **Redes Ópticas**, 1a Edición, Universidad Politécnica de Valencia, 2006

R. Wolf, **Quantum Key Distribution: An Introduction with Exercises**, 1a Edición, Springer, 2021

Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, **Quantum Computation and Quantum Information**, 10th Anniversary Edition, Cambridge University Press, 2011

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones/10414-76022

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Laboratorio de radio				
Materia	Laboratorio de radio			
Código	10414-76029			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Torío Gómez, Pablo			
Profesorado	Torío Gómez, Pablo			
Correo-e	ptorio@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	*Intensificación no coñecemento dos diversos sistemas de radio aplicando unha metodoloxía práctica de análise e síntese			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C5	Utilizar ferramentas propias de dirección xeral, dirección técnica e dirección de proxectos de investigación, desenvolvemento e innovación, en empresas e centros tecnolóxicos.
C13	Ser capaz de utilizar a IA Xenerativa de forma ética, crítica e responsable

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
* Coñecer a instrumentación básica para medidas de *radiofrecuencia, microondas, *milimétricas e *sub-*milimétricas.	B8	C2 C3 C5 C13
* Coñecer as principais configuracións para medidas dos parámetros característicos dos distintos *subsistemas: medida de *impedancia e de transmisión e reflexión, factor de ruído, marxe dinámica, e niveis de campo.	B8	C2 C3 C5 C13
* Coñecer as técnicas de caracterización experimental dos mecanismos de propagación de sinais.	B8	C2 C3 C5 C13

Contidos

Tema

Os estudantes realizarán algunhas das seguintes prácticas: Todas estas tarefas realizaranse como practicas en Laboratorio, usando el instrumental disponible en la Escuela.

1. Instrumentación básica.
2. Medidas de elementos activos.
 - Medida de parámetros de transmisión e reflexión en cuadripolos
 - Medida do factor de ruído
 - Medida de parámetros de receptores (ruído, selectividade, sensibilidade, marxe dinámica....)
 - Efecto do LNA na sensibilidade do receptor e con iso medida de propagación.
 - Medida de amplificadores de potencia de RF: eficiencia, ganancia,...
 - Medida de parámetros de osciladores.
3. Medida de elementos pasivos
 - Medida de filtros pasivos de RF: perdas, selectividade,....
 - Medida da frecuencia de corte dunha guíaonda
 - Medida de antenas: diagramas, ganancia e axusto electromagnético.
 - Medida de elementos comúns de microondas: circulares, acopladores direccionais,...
4. Medidas de propagación.
 - Medida de atenuación coa distancia
 - Medida de atenuación con obstáculos. Análise dos fenómenos de transmisión e reflexión.
 - Estudo estatístico da variabilidade do sinal
5. Uso dun radar.
6. Medidas de compatibilidade electromagnética.
7. Medidas en bandas milimétricas e submilimétricas
8. Deseño, montaxe e medida dun LNA
9. Deseño, montaxe e medida dun oscilador de RF.
10. Modulacions analóxicas
11. Modulacions dixitais
11. Analizadores de redes
12. Software Defined Radio (SDR)
13. Generadores vectoriales de señal
14. Televisión dixital terrestre (DVB-T)
15. Radio Dixital Mundial (DRM)
16. Códigos pseudoaleatorios
17. Comunicacions por espectro ensanchado
18. Multiple Input Multiple Output (MIMO)

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	9	9	18
Prácticas de laboratorio	29	14	43
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	20	21
Resolución de problemas e/ou exercicios	3	40	43

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Explicación das bases teórico-prácticas do traballo a desenvolver polo alumno no laboratorio. A1, A2, B8, C2, C3, C5, C13.
Prácticas de laboratorio	Montaxe e medida de circuitos e sistemas de telecomunicación. Empregando instrumental especializado. En grupo. A1, A2, B8, C2, C3, C5, C13.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
--------------	------------

Prácticas de laboratorio	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse: * Individualmente ou en grupos reducidos (tipicamente cun máximo de 2-3 persoas). * Salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor ou profesora correspondente. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico ou ben en moovi.uvigo.gal, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente.
Lección maxistral	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse: * Individualmente ou en grupos reducidos (tipicamente cun máximo de 2-3 persoas). * Salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor ou profesora correspondente. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico ou ben en moovi.uvigo.gal, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente.
Probas	Descrición
Resolución de problemas e/ou exercicios	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse: * Individualmente ou en grupos reducidos (tipicamente cun máximo de 2-3 persoas). * Salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor ou profesora correspondente. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico ou ben en moovi.uvigo.gal, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente.
Resolución de problemas e/ou exercicios	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse: * Individualmente ou en grupos reducidos (tipicamente cun máximo de 2-3 persoas). * Salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor ou profesora correspondente. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico ou ben en moovi.uvigo.gal, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente.

Avaliación			
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio 1	40	C2 C3 C5 C13
Resolución de problemas e/ou exercicios	Parcial 1	20	B8
Resolución de problemas e/ou exercicios	Parcial 2	40	B8

Outros comentarios sobre a Avaliación

CONVOCATORIA EN OPORTUNIDADE ORDINARIA

Seguindo as directrices da titulación, as persoas que cursen esta materia terán dous sistemas de avaliación para a convocatoria ordinaria: Avaliación continua, que é o método recomendado e arredor do cal se organizan as actividades docentes, e unha opción de avaliación global que só se recomenda naquelas situacións nas que sexa imposible seguir o sistema recomendado.

AVALIACIÓN CONTINUA

A avaliación continua consta das probas que se detallan a continuación: * Prácticas de laboratorio. Avaliación do grupo (Peso: 40%)* Resolución de problemas e exercicios. Parcial 1. Avaliación individual (Peso: 20%)* Resolución de problemas e exercicios. Parcial 2. Avaliación individual (Peso: 40%)

A asistencia ás prácticas de laboratorio considérase obrigatoria. Ao final de cada sesión práctica, o alumnado deberá entregar un informe cos resultados obtidos, que constitúe o obxecto da avaliación das prácticas. Óptase polo sistema de avaliación continua, con asistencia a calquera das sesións de prácticas de laboratorio e entrega da memoria, a partir do primeiro mes do curso. Coa avaliación en grupo, todos os membros do grupo recibirán a mesma cualificación, sempre que as súas contribucións ás sesións obrigatorias sexan razoablemente similares. As tarefas e os exames de avaliación continua non son recuperables. As tarefas e os exames de avaliación continua non teñen ningún impacto máis alá do procedemento de avaliación continua. Unha persoa que non teña completado polo menos o 50 % das prácticas non poderá seguir o procedemento de avaliación continua. Se escolle seguir a avaliación continua, non poderá enviar a cualificación final. As persoas que optaron pola avaliación continua non teñen dereito a realizar unha avaliación global na mesma sesión.

AVALIACIÓN GLOBAL

Quen non opte pola avaliación continua deberá realizar un único exame final, na data oficial asignada polo centro, que abarque todas as actividades. Este exame demostra que adquiriron as mesmas competencias que aqueles que optaron pola avaliación continua.

CONVOCATORIA EN OPORTUNIDADE EXTRAORDINARIA

As persoas que foron avaliadas mediante avaliación continua poden escoller entre dúas opcións o día do exame:

* Realizar os exames correspondentes nunha única sesión, conservando unicamente a nota de asistencia ás prácticas e sendo avaliadas coa ponderación estipulada para o sistema de avaliación continua. * Ser avaliadas cun único exame final na data oficial asignada polo Centro, segundo o estipulado para o sistema de avaliación global.

Aquelas persoas que NON foron avaliadas mediante avaliación continua:* Serán avaliadas cun único exame final na data oficial asignada polo Centro, segundo o estipulado para o sistema de avaliación global.

CONVOCATORIA FIN DE CARREIRA

As persoas que se presenten ao exame final serán avaliadas cun único exame final na data oficial asignada polo Centro, segundo o estipulado no sistema de Avaliación Global.

En caso de detectar plaxio nalgunha das probas ou traballos, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito comunicárase á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Walter Tuttlebee, **Software defined radio : Enabling technologies,**

Fuqin Xiong, **Digital modulation techniques,**

Bibliografía Complementaria

Ulrich Reimers, **DVB : The family of international standards for digital video broadcasting,**

M. E. Van Valkenburg, **Network analysis,**

Wes Hayward, **Introduction to radio frequency design,**

George Brown, **Radio and electronics cookbook,**

John Davies, **Newnes radio and RF engineer's pocket book,**

Y.T. Lo, S.W. Lee, **Antenna handbook,**

Rajeswari Chatterjee, **Antenna theory and practice,**

Yi Huang, Kevin Boyle, **Antennas : from theory to practice,**

Walter C. Johnson, **Transmission lines and networks,**

Brian C. Wadell, **Transmission line design handbook,**

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Comunicacións Móviles e sen Fíos/V05M145V01313

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Antenas/V05M145V01208

Comunicacións ópticas/V05M145V01207

Electrónica e Fotónica para Comunicacións/V05M145V01202

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Radio/V05M145V01103

Tratamento de Sinal en Comunicacións/V05M145V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Circuitos mixtos analógicos y digitales				
Materia	Circuitos mixtos analógicos y digitales			
Código	10414-76030			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo			
Profesorado	Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	quintans@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	A maioría dos sistemas electrónicos combinan circuitos analóxicos e dixitais. Polo tanto, ademais de estudalos por separado, é necesario consideralos no seu conxunto e comprender as súas características específicas. Este curso presenta circuitos mixtos analóxicos e dixitais desde diferentes perspectivas, abarcando tanto aspectos teóricos como prácticos. Os contidos impartidos combinan a teoría dos sistemas continuos e discretos, e os circuitos analóxicos e dixitais, no marco de aplicacións relacionadas co currículo de electrónica de telecomunicacións (convertedores de formato, moduladores, filtros, síntese de sinais, etc.). 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.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B6	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/o aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación.
B10	Coñecer as linguaxes de descrición hardware para circuitos de alta complexidade.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C19	Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
C21	Desenvolver instrumentación electrónica, así como transdutores, actuadores e sensores

Resultados previstos na materia	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
-Coñecer e comprender as bases dos circuitos mixtos para obter aplicacións novas que combinen distintos métodos e recursos para o deseño de sistemas máis complexos.	B6
-Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando as bases matemáticas dos sistemas analóxicos continuos e dos sistemas discretos.	C3
-Saber combinar distintos métodos e recursos para o deseño de sistemas complexos que inclúen circuitos analóxicos e dixitais.	C6
Coñecer as características das linguaxes de descrición de circuitos electrónicos mixtos analóxicos e dixitais. Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando as linguaxes de descrición hardware.	B10
-Saber combinar distintos métodos e recursos para o deseño de sistemas complexos que inclúen circuitos analóxicos e dixitais.	C19
-Saber deseñar circuitos de acoplamento de sinais analóxicas a procesadores dixitais de forma eficiente. Así como sinais de saída provenientes de procesadores dixitais a sistemas analóxicos.	
-Saber deseñar moduladores e filtros dixitais específicos para o mostrear e reconstruír sinais.	C21
-Saber utilizar técnicas de modulación para o acondicionamento de sensores e para a xeración de sinais para actuadores eléctricos.	

Contidos

Tema	
Tema 1: Introducción aos circuitos electrónicos mixtos analógicos e dixitais.	Características dos circuitos mixtos. Modelado, simulación e aplicacións dos circuitos mixtos.
Tema 2: Introducción ao modelado e simulación dos circuitos electrónicos mixtos analógicos e dixitais.	Introdución ás linguaxes de descrición hardware para circuitos mixtos analógicos/dixitais. Exemplos baseados en PSPICE e VHDL-AMS.
Tema 3: Técnicas de sobre-mostraxe para procesado de sinais.	Técnicas de sobre-mostraxe. Ganancia de resolución. Modificación do espectro do ruído de cuantificación. Modulador de primeira orde. Técnicas de modelado, simulación e test de moduladores sigma-delta.
Tema 4: Moduladores sigma-delta ADC.	Deseño de moduladores sigma-delta con distintas topoloxías. Parámetros de funcionamento. Moduladores paso-baixo, paso-banda e multietapa.
Tema 5: Moduladores sigma-delta DAC.	Modelado a nivel de sistema e de descrición en VHDL de moduladores DAC de primeiro e segunda orde.
Tema 6: Implementación hardware de filtros dezmadores.	Síntese en VHDL de filtros dixitais. Filtros de promediado e decimado. Filtro ecualizador.
Tema 7: Introducción aos circuitos convertedores A/D multietapa.	Circuitos analógicos convertedores A/D segmentados. Etapas básicas, de sincronización e de aliñación. Métodos de test.
Tema 8: Implementación hardware de circuitos para síntese dixital directa de sinal.	Métodos de síntese dixital de sinais analógicos. Síntese directa. Modelado mediante linguaxes de descrición hardware de sintetizadores dixitais de sinais analógicos.
Tema 9: Implementación hardware de filtros IIR	Implementación hardware de funcións de transferencia en z para filtros paso-baixo e para síntese de sinais.
Prácticas de laboratorio	1.- Modelado e simulación con VHDL-AMS dun circuito mixto. 2.- Modelado e simulación con PSPICE dun circuito mixto. 3.- Montaxe dun modulador ADC Sigma-Delta. 4.- Test e análise dun modulador ADC Sigma-Delta. 5.- Implementación e proba de moduladores Sigma-Delta DAC. 6.- Configuración de filtros de decimado en FPGA. 7.- Configuración de circuitos DDS nunha FPGA. 8.- Configuración nunha FPGA dun circuito sintetizador baseado en filtro IIR.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	0.5	1	1.5
Lección maxistral	13.5	20	33.5
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas de laboratorio	19	12	31
Práctica de laboratorio	2	10	12
Exame de preguntas de desenvolvemento	1.5	8	9.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	1.5	8	9.5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	16	16

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Actividades encamiñadas a tomar contacto e reunir información sobre o alumnado, así como a presentar a materia.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos sobre a materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio que o estudantado ten que desenvolver. Trabállanse as competencias B6, B10, C3, C6, C19 e C21.
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. O alumnado debe desenvolver as solucións axeitadas 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. Trabállanse as competencias B6, B10, C3, C6, C19 e C21.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos a situación concretas e de adquisición de habilidades básicas e procedementais relacionadas coa materia obxecto de estudo. Desenvólvense en espazos especiais con equipamento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.). Trabállanse as competencias B6, B10, C3, C6, C19 e C21.
Software empregado: OrCAD PSpice, Excel, Matlab, Vivado, PartQuest.	

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesor atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos alumnos sobre o estudo dos conceptos teóricos e os exercicios. As titorías faranse no despacho do profesor no horario que se estableza o principio do curso e que se publique no perfil persoal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Prácticas de laboratorio	O profesor atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos alumnos sobre a preparación das prácticas de laboratorio. As titorías faranse no despacho do profesor no horario que se estableza o principio do curso e que se publique no perfil persoal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Resolución de problemas	O profesor atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre a resolución dos problemas. As titorías faranse no despacho do profesor no horario que se estableza o principio do curso e que se publique no perfil persoal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Probos	Descrición
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	O profesor atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre a preparación dos informes de prácticas. As titorías faranse no despacho do profesor no horario que se estableza o principio do curso e que se publique no perfil persoal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).

Avaliación				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Práctica de laboratorio	Prácticas de execución de tarefas reais ou simulacións. Son probas nas que se avaliará o desempeño do alumnado sobre a base dos coñecementos amosados, o comportamento, organización e planificación durante a práctica, reflexión sobre os resultados obtidos, etc.	30	B10	C6 C19 C21
Exame de preguntas de desenvolvemento	Probos que inclúen preguntas abertas sobre un tema. O alumnado debe desenvolver, relacionar, organizar e presentar os coñecementos que ten sobre a materia nunha resposta extensa.	25	B10	C3 C6 C19 C21
Resolución de problemas e/ou exercicios	Proba na que o alumnado debe solucionar unha serie de problemas e/ou exercicios nun tempo/condicións establecido/as polo profesorado. Deste xeito, o alumnado debe aplicar os coñecementos que adquiriu.	25	B6 B10	C3 C6 C19 C21
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Elaboración dun informe por parte do alumnado no que se reflicten as características do traballo levado a cabo. O alumnado deben describir as tarefas e procedementos desenvolvidos, mostrar os resultados obtidos ou observacións realizadas, así como a análise e tratamento de datos.	20	B10	C6 C19

Outros comentarios sobre a Avaliación

1. Oportunidade ordinaria

1.1. Avaliación continua

A avaliación continua está formada polas dúas partes seguintes cos seus respectivos pesos:

Parte 1.- Laboratorio (50%), que se divide en:

- Desenvolvemento das prácticas: seguimento (15%) máis a proba práctica (15%).
- Informe das prácticas de laboratorio (20%).

Parte 2.-Exames de teoría (50%), que se divide de forma orientadora en:

- Preguntas de desenvolvemento (25%).
- Problemas (25%).

A nota final, a cal se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, é a suma das notas de cada parte se se cumpren as seguintes condicións:

- Condición 1.- Realizar un mínimo do 80% das prácticas de laboratorio.
- Condición 2.- Obter unha puntuación mínima do 40% na avaliación de laboratorio (parte 1), nos exames (parte 2).

Se non se cumpre algunha das condicións anteriores, a nota final será a suma das notas de cada parte ou 4 puntos sobre 10, no caso de que dita suma sexa superior ou igual a 5 puntos.

O alumnado que opte por avaliación continua e que non alcanzase a nota mínima en algures pode recuperala no exame final da oportunidade ordinaria ou da extraordinaria. No caso do informe de prácticas, se non se alcanzou a nota mínima, o prazo para presentar as melloras propostas polo equipo docente é a data do exame final da oportunidade ordinaria ou a de a extraordinaria.

Para aprobar, os alumnos deben obter unha puntuación total igual ou superior ao 50% da nota máxima (5 puntos).

A proba práctica realizarase nunha das últimas sesións de laboratorio. As probas de preguntas de desenvolvemento e de problemas dividíranse en dúas sesións repartidas ao longo do período de docencia da materia.

Se transcorrido o primeiro mes de actividade académica e despois de realizar o primeiro exame parcial o alumnado non renuncia expresamente á avaliación continua, considerarase que é o método de avaliación que elixiu.

1.2. Avaliación global

O alumnado que non opte pola avaliación continua ou que non realizase, polo menos, o 80% das prácticas, pódese presentar a un exame final.

O exame final consiste nunha proba práctica e nunha teórica, cada unha correspondente ao 50% da nota total. Para aprobar débese obter un mínimo do 40% en cada parte e sumar en total, como mínimo, 5 puntos. Se a suma total é igual ou superior a 5 puntos, pero non se alcanzou o mínimo en ambas as partes, a nota final será de 4 puntos.

O alumnado que non optase por avaliación continua e non se presente ao exame final terá a cualificación de Non Presentado.

2. Oportunidade extraordinaria

Na oportunidade extraordinaria a avaliación é como a descrita na avaliación global.

3.- Integridade académica

En caso de detección de plaxio en calquera das probas (probas curtas, exames parciais ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

C. Quintáns et al, **Methodology and Resources for the Practical Teaching of Mixed Analog-Digital Circuits**, 10.1109/TAE59541.2024.10604888, 1, IEEE, 2024

Shanthi Pavan; Richard Schreier; Gabor C. Temes, **Understanding Delta-Sigma Data Converters**, 2, Wiley-IEEE Press, 2017

U. Meyer-Baese, **Digital Signal Processing with Fiel Programmable Gate Arrays**, 4, Springer, 2014

C. Quintáns, **Simulación de Circuitos Electrónicos con OrCAD PSpice**, 2, Marcombo, 2021

Bibliografía Complementaria

Charles H. Roth, Lizy Kurian John, **Digital Systems Design using VHDL**, 3, Cengage Learning, 2017

F. Maloberti, **Data Converters**, Springer, 2008

Steven W. Smith, **The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing**, California Technical Publishing, 1997

G.I. Bourdopoulos, et al, **Delta-Sigma modulators : modeling, design and applications**, Imperial College Press, 2003

S. J. Orfanidis, **Introduction to signal Processing**, Prentice Hall International, Inc., 1997

Alfi Moscovici, **High Speed A/D Converters: Understanding Data Converters Through SPICE**, Kluwer Academic Publishers, 2006

Libin Yao, Michel Steyaert and Willy Sansen, **Low-Power Low-Voltage Sigma-Delta Modulators in nanometer CMOS**, Springer, 2006

Recomendacións

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Acondicionadores de sinal y sensores/10414-76023

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Sistemas electrónicos digitales avanzados/10414-76020

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Codiseño hardware/software de sistemas empotrados				
Materia	Codiseño hardware/software de sistemas empotrados			
Código	10414-76031			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán Galego Inglés			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Profesorado	Poza González, Francisco			
Correo-e	jalvarez@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Parte da materia pode impartirse e avaliarse en inglés. A documentación da materia atópase en inglés. Os obxectivos que se perseguen con esta materia son: - Coñecer os métodos de codeseño de aplicacións baseadas en microprocesadores encaixados en FPGAs. - Coñecer os microprocesadores que se poden implementar nas FPGAs comerciais. - Manexar as ferramentas "software" necesarias para o desenvolvemento de aplicacións encaixadas mediante FPGAs. - Deseñar periféricos de aplicación específica e a súa conexión aos buses dos microprocesadores encaixados. - Realizar sistemas dixitais de aplicación real con microprocesadores encaixados en FPGAs.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B10	Coñecer as linguaxes de descrición hardware para circuítos de alta complexidade.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C19	Utilizar dispositivos lóxicos programables, así como deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos como dixitais. Deseñar compoñentes de comunicacións por exemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñería de telecomunicación.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Coñecer os métodos de codeseño de aplicacións baseadas en microprocesadores encaixados en FPGAs.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Coñecer os microprocesadores que se poden implementar nas FPGAs comerciais.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Manexar as ferramentas software necesarias para o desenvolvemento de aplicacións encaixadas mediante FPGAs.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Deseñar periféricos de aplicación específica e a súa conexión aos buses dos microprocesadores encaixados.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C6 C19	D1 D10

Realizar sistemas dixitais de aplicación real con microprocesadores encaixados en FPGAs.

B18 C38 D1
B18 C38 D10
B10 C6
B18 C9
C19

Contidos

Tema	
TEMA 1 TEORÍA. INTRODUCCIÓN AO DESEÑO DE SISTEMAS ENCAIXADOS.	1.1. Introducción. 1.2. Sistemas nun Circuito Programable (PSOC). 1.3. Codeseño "hardware"/"software". Fases do codeseño. 1.4. Introducción a familia de circuitos SOC Zynq de Xilinx. 1.5. Ferramentas Vivado e SDK de Xilinx para codeseño de sistemas encaixados.
TEMA 2 TEORÍA. MICROPROCESADOR DOS SOCs DA FAMILIA ZYNQ DE XILINX.	2.1. Procesador ARM da familia de circuitos SOC Zynq (Zynq Processing System (PS)). 2.2. Periféricos do procesador da familia de circuitos SOC Zynq 2.3. Reloxo, reset e depuración do procesador. 2.4. Interface AXI.
TEMA 3 TEORÍA. FPGA DOS SOCs DA FAMILIA ZYNQ DE XILINX.	3.1. Introducción a serie 7 de FPGAs de Xilinx. 3.1.1. Recursos lóxicos. 3.1.2. Recursos de entrada/saída. 3.1.3. Recursos de memoria e de procesado de sinal. 3.1.4. Convertedor analóxico/dixital. 3.1.5. Recursos de relxo.
TEMA 4 TEORÍA. CONEXIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AO MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	4.1.- Introducción. 4.2.- Interface para periféricos básicos. GPIO. 4.3.- Interface para periféricos avanzados. IPIF. 4.4.- Interface para coprocesadores de usuario.
TEMA 5 TEORÍA. DESENVOLVEMENTO DE SOFTWARE PARA O MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	5.1.- Introducción. 5.2.- Estrutura das rutinas de manexo de periféricos. 5.3.- Manexo de interrupcións. 5.4.- Depuración do programa.
TEMA 6 TEORÍA. PARTICIONADO "HARDWARE / SOFTWARE".	6.1.- Introducción. 6.2.- Exemplos de codeseño "hardware" / "software". 6.3.- Reparto de funcións entre "hardware" e "software". 6.4. Análise do rendemento ("profiling") do software.
TEMA 7 TEORÍA. TRABALLO DE ANÁLISE DE SISTEMAS ENCAIXADOS.	7.1. Deseño dunha rutina software para realizar a función asignada. 7.2. Deseño dun periférico hardware (coprocesador) para realizar a función asignada. 7.3. Análise de prestacións da rutina software e do periférico hardware. Comparación de resultados.
TEMA 8 TEORÍA. INTERRUPTIÓNS NO MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	8.1. Introducción. 8.2. Xestión de interrupcións. 8.3. Controlador de interrupcións xenérico. 8.4. Rutina de xestión de interrupcións.
TEMA 1 LABORATORIO. CONTORNA VIVADO DE XILINX PARA O DESEÑO DE SISTEMAS ENCAIXADOS.	1.1. Introducción. 1.2. Contorna Vivado de Xilinx. 1.3. Realización de exemplos básicos de sistemas encaixados. 1.3.1. Adición de periféricos predefinidos ([IP cores]). 1.4. Implementación dos sistemas desenvolvidos en placas de avaliación de Digilent.
TEMA 2 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS BÁSICOS.	2.1. Introducción. 2.2. Desenvolvemento de periféricos de usuario básicos. GPIO.
TEMA 3 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AVANZADOS.	3.1. Introducción. 3.2. Desenvolvemento de periféricos de usuario avanzados ([Custom IP]).
TEMA 4 LABORATORIO. CONTORNA VITIS DE XILINX PARA O DESEÑO DE SOFTWARE DE SISTEMAS ENCAIXADOS.	4.1. Introducción. 4.2. Contorna "Vitis IDE" de Xilinx para o deseño de software. 4.3. Realización de exemplos básicos.
TEMA 5 LABORATORIO. DEPURACIÓN SOFTWARE DE APLICACIÓNS ENCAIXADAS.	5.1. Introducción. 5.2. Depuración de software nos sistemas encaixados mediante o depurador [GNU Debugger] desde SDK.
TEMA 6 LABORATORIO. VERIFICACIÓN HARDWARE DE APLICACIÓNS ENCAIXADAS.	6.1. Introducción. 6.2. Verificación de hardware nos sistemas encaixados mediante o analizador hardware de Vivado.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	10	5	15
Resolución de problemas	5	5	10
Resolución de problemas	6	12	18
Prácticas de laboratorio	6	16	22
Traballo tutelado	14	40	54
Presentación	1	5	6

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos principais contidos teóricos da materia con axuda de medios audiovisuais. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10 y C19.
Resolución de problemas	Aprendizaxe baseada en problemas (ABP): Resolución de problemas de deseño de circuitos sintetizables en VHDL e programas en C propostos polo profesor. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Resolución de problemas	Aprendizaxe baseada en problemas (ABP): Proponse aos alumnos a realización dunha rutina software e un periférico hardware dun sistema encaixado para resolver un problema plantexado polo profesor mediante a planificación, deseño e realización das actividades necesarias. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Prácticas de laboratorio	Nestas prácticas plantearase o desenvolvemento de prácticas guiadas de realización de circuitos e programas. Software empregado: Vivado Design Suite de Xilinx. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Traballo tutelado	Ensinanza baseada en proxectos de aprendizaxe: Proponse aos alumnos a realización dun proxecto de deseño dun sistema encaixado para resolver un problema plantexado polo profesor mediante a planificación, deseño e realización das actividades necesarias. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Presentación	Exposición dos resultados do proxecto realizado. Con esta metodoloxía desenvólense as competencias B10, C9 y C19.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Nas clases atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que se pode consultar a través da Secretaría Virtual ou en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Prácticas de laboratorio	Nas clases atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que se pode consultar a través da Secretaría Virtual ou en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Resolución de problemas	Nas clases atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que se pode consultar a través da Secretaría Virtual ou en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Traballo tutelado	Nas clases atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que se pode consultar a través da Secretaría Virtual ou en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Resolución de problemas	Nas clases atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que se pode consultar a través da Secretaría Virtual ou en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas	Aprendizaxe baseado en problemas. Resolución de exercicios e problemas teóricos. Avaliarase a correcta aplicación dos conceptos teóricos aos problemas realizados, de acordo aos criterios de valoración.	10	B10	C6 C9 C19	D1
Resolución de problemas	Aprendizaxe baseada en problemas. Deseño dunha rutina de software e dun periférico de hardware para realizar a función asignada. Comparación do rendemento de ambos, en termos de tempo de execución e recursos lóxicos empregados. Débense entregar os ficheiros fonte do traballo realizado. Avaliarase o funcionamento do sistema realizado e a correcta aplicación dos conceptos teóricos ao deseño do mesmo, de acordo aos criterios de valoración.	15	B10	C6 C9 C19	D1
	Débase entregar un informe explicativo do traballo realizado.				
Prácticas de laboratorio	Avaliarase o correcto funcionamento dos circuitos e programas realizados nas sesións de prácticas correspondentes aos temas 1 a 7 de laboratorio de acordo aos criterios de valoración. Será necesario ensinar ao profesor o correcto funcionamento de cada un dos circuitos e programas.	25	B10	C6 C9 C19	D1
Traballo tutelado	Aprendizaxe baseada en proxectos. Traballo autónomo de deseño dun sistema encaixado completo con varios periféricos. Será necesario entregar os ficheiros fonte do traballo realizado. Avaliarase o funcionamento do sistema dixital realizado e a correcta aplicación dos conceptos teóricos ao deseño do sistema dixital, de acordo aos criterios de valoración.	40	B10	C6 C9 C19	D1
Presentación	Será necesario realizar unha presentación oral de máximo 15 minutos sobre o traballo práctico autónomo realizado, segundo o índice proporcionado polo profesor.	10	B10	C9 C19	

Outros comentarios sobre a Avaliación

A cualificación final expresarse de forma numérica entre 0 e 10, segundo a lexislación vixente (Real Decreto 1125/2003 de 5 de Setembro; BOE 18 de setembro).

Seguindo as directrices propias da titulación ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación global. Os alumnos deben elixir ao inicio da materia se desexan seguir a avaliación continua ou prefiren presentarse a avaliación global ao final do cuadrimestre. Os alumnos que opten por avaliación global deberán comunicalo por escrito ao coordinador da materia no prazo dun mes dende o inicio do cuadrimestre.

AVALIACIÓN CONTINUA EN OPORTUNIDADE ORDINARIA

Os alumnos que opten por avaliación continua, pero non aproben a materia mediante esta modalidade, deberán realizar a avaliación global na oportunidade extraordinaria.

As distintas tarefas deben entregarse na data especificada polo profesor. Se non é así, non serán cualificadas para a avaliación continua.

Se o número de alumnos o permite, os alumnos realizarán os exercicios teóricos, as prácticas de laboratorio e os traballos de laboratorio preferentemente de maneira individual. No caso de realizarse en grupos de dous alumnos a cualificación será a mesma para ambos.

Se se segue a materia de forma continua, pódese faltar como máximo a 2 sesións de calquera tipo. Se se faltou a máis de 2 sesións, será obrigatorio realizar un traballo individual adicional ou un exame.

AVALIACIÓN GLOBAL (oportunidade ordinaria e extraordinaria) E CONVOCATORIA DE FIN DE CARREIRA

O estudantado que opte pola avaliación global ou a convocatoria fin de carreira deberá realizar todas as tarefas teóricas e prácticas e os traballos individualmente.

A entrega das tarefas para a avaliación global debe realizarse antes da data oficial do exame establecida polo centro.

CUALIFICACIÓN FINAL DA MATERIA

1) Prácticas de laboratorio (PL).

Cada práctica puntuarase sobre 10. Logo ponderarase a súa influencia na nota total da materia en función do número de horas asignado a cada tema práctico. É dicir, a nota das prácticas, obtense da forma seguinte:

$$PL = \text{Tema 1L} + \dots + \text{Tema N L}$$

2) Exercicios teóricos (ET).

Avaliarase cada un dos exercicios e problemas plantexados nas sesións de teoría. Cada exercicio puntuarase sobre 10. Logo ponderarase a súa influencia na nota total da materia en función da dificultade e da lonxitude do exercicio.

A nota total será a suma das notas de cada un dos exercicios:

$$ET = \text{Exercicio 1} + \dots + \text{Exercicio N}$$

3) Problema Teórico (PT).

Consiste na realización dunha rutina software e un periférico hardware para realizar a función asignada a cada alumno e comparar as prestacións de ambos, en canto a tempo de execución e recursos lóxicos utilizados. O contido correspóndese co tema 7 de teoría. Será necesario ensinar o profesor o funcionamento de cada un dos circuitos e programas. Será necesario entregar una memoria breve explicando o traballo realizado.

4) Traballo Tutelado de Laboratorio (TTL).

Traballo de deseño dun sistema encaixado. Avaliarase o correcto funcionamento dos circuitos e programas desenrolados. O traballo práctico puntuarase sobre 10.

5) Presentación (PO).

Exposición oral do traballo realizado. A presentación puntuarase sobre 10.

En caso de superar a parte teórica (ET+PT), as prácticas de laboratorio (PL) e o traballo tutelado de laboratorio (TTL), é dicir, que a nota de cada parte ≥ 5 , a cualificación final (NF) será a suma ponderada das notas de cada parte da materia:

$$NF = 0,10 * ET + 0,15 * PT + 0,25 * PL + 0,40 * TTL + 0,10 * PO$$

En caso de non superar algunha das tres partes (nota dalgunha parte < 5), a cualificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo} [4,9; (0,10 * ET + 0,15 * PT + 0,25 * PL + 0,40 * TTL + 0,10 * PO)]$$

En caso de detección de copia en calquera das probas, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., POZA GONZÁLEZ, F., **Diseño de aplicaciones empotradas de 32 bits en FPGAs con Xilinx EDK 10.1 para Microblaze y Power-PC**, Vision Libros,

Bibliografía Complementaria

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., **Diseño Digital con FPGAs**, Vision Libros,

Recomendacións

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Circuitos mixtos analógicos y digitales/10414-76030

Sistemas electrónicos digitales avanzados/10414-76020

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Diseño y fabricación de circuitos integrados				
Materia	Diseño y fabricación de circuitos integrados			
Código	10414-76032			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Cao Paz, Ana María			
Profesorado	Cao Paz, Ana María			
Correo-e	amcaopaz@uvigo.es			
Web	http://http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Os obxectivos que se perseguen con esta materia son: 1) Coñecer e comprender as metodoloxías de deseño de circuítos electrónicos integrados baseados en tecnoloxía CMOS. 2) Coñecer as topoloxías básicas utilizadas en circuítos electrónicos analóxicos. 3) Saber analizar e darlle tamaño os dispositivos que forman as topoloxías básicas os circuítos analóxicos en tecnoloxía CMOS. 4) Coñecer e saber utilizar ferramentas software de axuda ao deseño de circuítos integrados. 5) Saber especificar un circuíto electrónico integrado para a súa fabricación en tecnoloxía CMOS.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C8	Comunicar (de forma oral e escrita) as conclusións- e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
D7	Deseñar e fabricar circuítos integrados.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.	C6
Comunicar (de forma oral e escrita) as conclusións- e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades	C8
Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.	C9
Deseñar e fabricar circuítos integrados.	D7

Contidos

Tema	
Tema 1: Introducción	1.1 Introducción á materia. Obxectivos e planificación do curso. 1.2 Conceptos básicos do deseño microelectrónico de circuítos electrónicos integrados (CI).
Tema 2: Secuencias de fabricación de CIs	2.1 Introducción á fabricación de CIs. Tecnoloxía planar. 2.2 Secuencia de fabricación de CIs en tecnoloxía CMOS. Estrutura dun transistor MOS. 2.3 Exemplo de fabricación: inversor CMOS. Patrón de máscaras (layout). Regras tecnolóxicas de deseño. Metodoloxías e ferramentas de axuda ao deseño.
Tema 3. Estrutura física de dispositivos básicos e estratexias de trazado	3.1 Especificación da estrutura física dun transistor MOS. 3.2 Especificación da estrutura física dunha resistencia. 3.3 Especificación da estrutura física dun condensador. 3.4 Estratexias para a realización de transistores con elevada relación de aspecto. Estratexias para transistores apareados.

Tema 4. Topoloxías básicas de Amplificador.	4.1 Topoloxía en Fonte común. Topoloxía en drenador común. Topoloxía en porta común. Topoloxía Cascode. Amplificador Push_Pull. 4.2 Exemplos de deseño físico.
Tema 5. Espello de corrente.	5.1 Fontes de corrente. Estrutura básica dun espello de corrente. Análise de funcionamento. Reposta en frecuencia. Topoloxía Cascode. 5.2 Exemplos de deseño físico.
Tema 6. Par diferencial	6.1 Estrutura do Par Diferencial. Análise en continua. Análise en alterna. 6.2 Especificacións e deseño da estrutura física dun amplificador diferencial con topoloxía autopolarizada. Relación de rexeitamento en modo común. Limitacións de slew rate 6.3 Apareamento de transistores. Exemplos de deseño físico.
Tema 7. Amplificador operacional	7.1 Amplificador operacional con dúas etapas. Parámetros de deseño. 7.2 Amplificador de transconductancia (OTA). 7.3 Exemplos de deseño físico.
Tema 8. Preparación para a fabricación	8.1 Distribución de plano base. PAD e termináis. Formatos de especificación. Encapsulados.
Práctica 1. Introducción ás ferramentas de deseño de circuítos integrados. Primeira parte: Esquema eléctrico.	Introdución ás ferramentas de deseño de circuítos electrónicos analóxicos integrados. Exemplo sobre un espello de corrente. Comprobación (DRC) e simulación eléctrica.
Práctica 2. Introducción a las herramientas de diseño de circuitos integrados. Segunda parte: Diseño físico.	Introdución ás ferramentas de deseño de circuítos electrónicos analóxicos integrados. Exemplo sobre un espello de corrente. Deseño físico, comprobación (DRC, ERC, NCC) e simulación do layout.
Práctica 3. Deseño físico de porta lóxica.	Deseño dunha porta lóxica (NAND). Circuito eléctrico e físico. Comprobación do funcionamento a través da simulación do esquemático e do layout.
Práctica 4. Deseño dun par diferencial Autopolarizado I.	Especificación eléctrica. Caracterización de parámetros de funcionamento DC. Caracterización de parámetros de funcionamento AC.
Práctica 5. Deseño dun par diferencial autopolarizado II.	Especificación física. Comprobación de regras de deseño (DRC), ERC e esquemático vs layout (NCC). Comprobación de funcionamento.
Práctica 6. Deseño dun circuito amplificador de transconductancia.	Especificación eléctrica. Especificación física. Comprobación de funcionamento.
Práctica 7. Preparación para a fabricación	Creación do pad. Creación do padframe. Incorporación do deseño para a fabricación. Xeración do arquivo de fabricación.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	19	23	42
Prácticas de laboratorio	14	26	40
Traballo tutelado	7	28	35
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	3	4
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	3	4

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Consistirá nunha exposición por parte do profesorado de aspectos relevantes da materia relacionados cos contidos da mesma, acerca dos cales o alumnado debe realizar un traballo preparatorio previo. O obxectivo é fomentar a participación activa do estudantado, que poderá realizar preguntas ou expor dúbidas durante a sesión. Para unha mellor comprensión de determinados contidos, expóranse exemplos prácticos ou se analizarán casos de estudo. Nesta metodoloxía trabállanse os resultados de aprendizaxe C9 e D7.
Prácticas de laboratorio	O alumnado traballará cunha ferramenta de deseño de circuítos integrados, mediante a cal levará a cabo a definición dun circuítos electrónico tanto a nivel eléctrico como físico, a comprobación do cumprimento de especificacións e a preparación do deseño para o envío a fabricación. Realizarase un control de asistencia e aproveitamento da sesión. Nesta metodoloxía trabállanse os resultados de aprendizaxe C6, C9 y D7.
Traballo tutelado	Estableceranse grupos de traballo que levarán a cabo o deseño e comprobación dun circuítos composto por compoñentes pasivos e dispositivos activos. Disporase de grupos pequenos (C), que permitirán realizar un seguimento do desenvolvemento dos proxectos. Realizarase un control de asistencia. As actividades a desenvolver nos grupos C son: - Debate acerca de posibles solucións e alternativas de deseño. - Análise e seguimento da solución proposta para o proxecto. - Memoria coa presentación e a análise dos resultados obtidos. - Presentación e debate de resultados Nesta metodoloxía trabállase os resultados de aprendizaxe C6, C8, C9 y D7.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre os contidos teóricos. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre as tarefas previas ás prácticas de laboratorio, así como os propios contidos das mesmas. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Traballo tutelado	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre as especificacións e aspectos teóricos e prácticos relativos o proxecto asignado, así como ao contido e estrutura da memoria xustificativa do proxecto. Ademais, orientará ao alumnado sobre a estrutura e contido das sesión de presentación e defensa dos resultados alcanzados no proxecto. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Prácticas de laboratorio	Cada estudante será avaliado de cada unha das prácticas. Na avaliación terase en conta o traballo de preparación previo a realización da práctica, a asistencia, a puntualidade e o aproveitamento. A nota total das prácticas obterase como a media aritmética da nota de cada unha delas. A nota de prácticas no se conserva para sucesivos cursos académicos.	20	C6 C8 C9	D7
Traballo tutelado	A avaliación do traballo realizarase a partir dunha memoria xustificativa e da presentación pública de resultados. Cada grupo de alumnos/as deberá entregar unha memoria do traballo que levou a cabo, con indicación expresa da contribución de cada un deles ao conxunto, así como da metodoloxía que seguiron para a repartición e coordinación das tarefas. A avaliación dos traballos basearase nos seguintes aspectos: - Análise de alternativas - Correcta realización e comprobación do deseño - Compactación do deseño - Utilización das estratexias adecuadas para minimizar os efectos das imperfeccións do proceso de fabricación e para garantir unha boa coincidencia das características eléctricas dos conxuntos de compoñentes ou dispositivos que así o requiran por motivos funcionais. - Información para a fabricación do circuíto integrado. - Aspectos formais: claridade e orde, inclusión de figuras e datos adecuados e relevantes, así como de explicacións pertinentes, concretas e completas. Cada alumno/a deberá realizar unha exposición pública individual da parte do traballo que levou a cabo persoalmente (incluíndo as tarefas de planificación ou coordinación se procede). As presentacións do alumnado pertencente a cada grupo farase na mesma sesión, de 1 hora de duración. Cada integrante do grupo disporá de 5 minutos para a súa presentación. Ao final das presentacións, o alumnado someteranse ás preguntas do profesorado e doutros alumnos/as da materia que asistan á sesión. A avaliación basearase tanto no contido e os aspectos formais da presentación realizada como nas respostas ás preguntas formuladas. Poderase así mesmo valorar positivamente a aqueles alumnos/as que realicen preguntas. Dita valoración engadiríase á que obteñan da súa propia exposición persoal. A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da presentación pública do traballo. Para superar a materia, será necesario que o grupo ao que pertence o/a alumno/a obteña polo menos unha cualificación de 5 sobre 10 na memoria. Para superar a materia, é necesario obter polo menos unha cualificación de 5 sobre 10 na presentación pública. Na nota final do traballo, a nota da memoria terá un peso do 70% e a presentación un 30%.	40	C6 C8 C9	D7
Resolución de problemas e/ou exercicios	Como parte da avaliación continua, realizarase a mediados de curso unha proba individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistrais. Esta proba suporá un 20% da cualificación final. Para superar a materia será necesario obter polo menos unha cualificación de 4 sobre 10 na proba.	20	C8	D7

Resolución de problemas e/ou exercicios	Como parte da avaliación continua, unha vez rematados os contidos teóricos realizarase unha proba individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistras. Esta proba suporá un 20% da cualificación final. Para superar a materia será necesario obter polo menos unha cualificación de 4 sobre 10 na proba.	20	C6 C8	D7
---	---	----	----------	----

Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación continua:

A planificación das distintas probas de avaliación notificaránse ao estudantado o primeiro día de clases.

Para superar a materia, deberase alcanzar unha cualificación global, resultado da ponderación das distintas avaliacións parciais, de polo menos 5 puntos sobre 10, ademais de alcanzar a puntuación mínima necesaria en cada unha das devanditas avaliacións parciais. A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Avaliación global:

A avaliación do alumnado que non opten por avaliación continua será como segue:

- Un exame final cuxa nota será o 50% da nota da materia. Constará de dous partes: Cuestións de resposta curta e resolución de problemas. A parte de cuestións suporá un 50% da nota do exame e a resolución de problemas o outro 50%. Para poder calcular a nota é necesario obter polo menos o 50% da nota máxima de cada parte.

- Deberán obrigatoriamente realizar un proxecto, entregar o correspondente informe e realizar a preceptiva presentación pública (nas mesmas sesións e cos mesmos criterios que a dos alumnos que opten por avaliación continua). A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da súa presentación pública. A nota do proxecto suporá o 50% da nota total da materia. A memoria suporá o 70% da nota do proxecto e a presentación o 30%. Para poder calcular a nota é necesario sacar en cada parte polo menos o 50% da nota máxima correspondente.

O límite temporal para renunciar á avaliación continua será dun mes antes da data de finalización do período lectivo do cuadrimestre, acorde ao calendario do centro. O procedemento será enviando un correo ao profesorado da materia solicitando a renuncia á avaliación continua.

A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Oportunidade extraordinaria

O estudantado que acuda a esta convocatoria será avaliado do mesmo xeito que na avaliación global:

- Un exame final cuxa nota será o 50% da nota da materia. Constará de dous partes: Cuestións de resposta curta e resolución de problemas. A parte de cuestións suporá un 50% da nota do exame e a resolución de problemas o outro 50%. Para poder calcular a nota é necesario obter polo menos o 50% da nota máxima de cada parte.

- Deberán obrigatoriamente realizar un proxecto, entregar o correspondente informe e realizar a preceptiva presentación pública. A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da súa presentación pública. A nota do proxecto suporá o 50% da nota total da materia. A memoria suporá o 70% da nota do proxecto e a presentación o 30%. Para poder calcular a nota é necesario sacar en cada parte polo menos o 50% da nota máxima correspondente.

A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

R. Jacob Baker, **CMOS Circuits desing, Layout and Simulation**, 9781119481515, 4º, John Wiley & Sons, 2019

Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer, **Analysis and Design of Analog Integrated Circuits**, 9780470245996, 5º, Wiley, 2009

Behzad Razavi, **Design of Analog CMOS Integrated Circuits**, 9789325983274, 2º, MC GRAW HILL, 2017

Stephen A. Campbell, **Fabrication Engineering at the micro-and nanoscale**, 9780199861224, 4º, Oxford University Press, 2012

Bibliografía Complementaria

Recomendacións

Outros comentarios

Tanto nas probas escritas como na redacción dos informes, deben xustificarse todas as conclusións alcanzadas. Á hora de avaliar, non se dará ningún concepto non trivial por sobreentendido e terase en conta o método empregado para resolver as distintas cuestións que se expoñan. Para a realización das probas escritas non se permitirá o uso de ningunha documentación ou outro tipo de recurso auxiliar similar.

En caso de detección de plaxio en calquera das probas de avaliación ou traballos entregados, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Comunicaciones digitales avanzadas				
Materia	Comunicaciones digitales avanzadas			
Código	10414-76033			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Mosquera Nartallo, Carlos			
Profesorado	Gómez Cuba, Felipe			
Correo-e	mosquera@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	O presente curso aborda temas avanzados en comunicacións dixitais con énfase en modulacións, codificación e detección. As técnicas explicadas forman parte do estado do arte en comunicacións dixitais, e cubren aspectos tan novedosos como sistemas MIMO e formas de onda avanzadas.			
	Impártese e evalúase en inglés. Os contidos están en inglés. Os alumnos poden participar nas clases e responder nos exames desexablemente en inglés, pero tamén é posible facelo en galego ou castelán.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B1	Coñecer os mecanismos de posta en marcha, dirección e xestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos e de telecomunicacións, con garantía da seguridade para as persoas e bens, a calidade final dos produtos e a súa homologación.
B4	Concibir a Enxeñería nun marco de desenvolvemento sostible.
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C1	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir obras e instalacións de sistemas de telecomunicación, cumprindo a normativa vixente, asegurando a calidade do Servizo.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.

Resultados previstos na materia				
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Manexar as ferramentas matemáticas necesarias para modelar, simular e avaliar sistemas modernos de comunicacións	A1	B1 B4	C1 C2 C3	
Resolver problemas cuxa solución non deriva da aplicación dun procedemento estandarizado	A1 A1 A1	B1 B4 B18 B8	C1 C2 C3 C38 C38 C38 C38	D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10
Comprender os principios básicos dos estándares de comunicacións dixitais modernos		B1 B4 B18 B8 B18 B18 B18 B18 C38 C38 C38 C38	C38 C1 C2 C3 C38 C38 C38 C38 C38 C38 C38 C38	D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10 D10

Deseñar transmisores, receptores e equipos de medida para sistemas de comunicacións modernos.

B18 C38 D10
B1 C1
B18 C2
B4 C38
B8 C3
B18 C38
C38
C38
C38
C38
C38
C38

Contidos

Tema

1. Modelado de canle con múltiples antenas	Canle MIMO con visión directa. Canle MIMO con visión non directa. Caracterización estatística.
2. Capacidade de canle	Definicións de capacidade. Capacidade de canle con CSIR. Capacidade de canle con CSIT. Compromiso diversidade-multiplexación.
3. Transceptores MIMO	Arquitecturas MIMO para transmisión e recepción. Codificación espazo-temporal.
4. Canles de banda ancha	MIMO multiportadora. Aspectos prácticos de implementación.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	20	30	50
Lección maxistral	20	25	45
Exame de preguntas obxectivas	2	0	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	14	14
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	14	14

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	As prácticas de laboratorio cubrirán diferentes aspectos das comunicacións MIMO. Isto permitirá aos alumnos implementar de forma práctica e extender considerablemente os conceptos vistos na clase. Farase uso de Matlab para simulación.
	Competencias: CG1, CG4, CE1, CE2, CE3
Lección maxistral	O curso estruturase en diferentes temas avanzados en comunicacións dixitais, facendo fincapé en comunicacións múltiple-entrada múltiple-salida (MIMO).
	Competencias: CG1, CG4, CG8, CE1, CE2, CE3

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse de forma presencial (durante a propia sesión maxistral, ou durante o horario establecido para tutorías). O horario de tutorías se establecerá ao principio do curso e se publicará na páxina web da asignatura. Para información de contacto, véxase https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/carlos-mosquera-nartallo .
Probos	Descrición
Resolución de problemas e/ou exercicios	Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse de forma presencial (durante as sesións de seguimento do traballo, ou durante o horario establecido para tutorías).
Resolución de problemas e/ou exercicios	Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse de forma presencial (durante as sesións de seguimento do traballo, ou durante o horario establecido para tutorías).

Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Exame de preguntas obxectivas	Examen final con preguntas sobre o contido da asignatura.	40
		B1 C1 B4 C2 B8 C3
Resolución de problemas e/ou exercicios	Informes das prácticas que requiren desenvolvemento matemático.	30
		B1 C1 B4 C2 B8 C3
Resolución de problemas e/ou exercicios	Informes das prácticas que requiren o uso de software matemático	30
		B1 C1 B4 C2 B8 C3

Outros comentarios sobre a Avaliación

Requirese unha puntuación mínima do 35% con respecto ao máximo posible no exame final para aprobar a asignatura.

Naqueles casos nos que se decida non realizar as tarefas de avaliación continua, a nota final basearase exclusivamente no exame con cuestións sobre a materia. Isto aplica tamén á oportunidade extraordinaria e fin de carreira.

No caso de que non se acade a puntuación mínima no exame final escrito, a nota final obterase usando a fórmula: $\min(0.6 \cdot \text{REP} + 0.4 \cdot \text{TEST}, 4.5)$, onde REP é a nota obtida nos informes/memorias e TEST é a nota obtida no exame final.

Unha vez que o alumno presenta algún dos entregables, está automaticamente decidindo ser avaliado de forma continua, salvo que indique o contrario no prazo dun mes dende o principio de curso.

Calquera alumno avaliado de forma continua recibirá unha calificación final, independentemente de se realiza o examen final ou non.

As tarefas de avaliación continua non poden repetirse despois das súas correspondentes datas de entrega, e son válidas so para o curso actual.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Emil Björnson and Özlem Tugfe Demir, **Introduction to Multiple Antenna Communications and Reconfigurable Surfaces**, 978-1-63828-314-0, First, now Publishers Inc., 2024

David Tse and Pramod Viswanath, **Fundamentals of Wireless Communication**, First, Cambridge University Press, 2005

Bibliografía Complementaria

Jerry Hampton, **Introduction to MIMO Communications**, First, Cambridge University Press, 2013

Robert W. Heath Jr. and Angel Lozano, **Foundations of MIMO Communication**, First, Cambridge University Press, 2018

A. Artés, F. Pérez-González, J. Cid, R. López, C. Mosquera, F. Pérez-Cruz, **Principios de comunicaciones digitales**, Versión electrónica, Prentice-Hall, 2012

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Tratamiento de señal en comunicaciones/10414-76019

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Codificación de fuente y canal				
Materia	Codificación de fuente y canal			
Código	10414-76034			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Comesaña Alfaro, Pedro			
Profesorado	Comesaña Alfaro, Pedro			
Correo-e	pcomesan@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	Na materia "Codificación de fonte e canle" preséntanse ao estudantado conceptos básicos de teoría da información. Preséntanse tamén as celosías (lattices) como ferramentas de codificación de fonte e de codificación de canle. Tras comentar algunhas xeneralidades acerca doutra estratexia de codificación de fonte como é a cuantificación baseada en reixa (Trellis Code Quantization), trátanse algúns problemas máis avanzados de codificación, como son a codificación de fonte distribuída e a codificación conxunta de fonte e canle.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C14	Aplicar métodos da teoría da información, a modulación adaptativa e codificación de canle, así como técnicas avanzadas de procesado dixital de sinal aos sistemas de comunicacións e audiovisuais.
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.
D4	Deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Comprende-las características fundamentais dunha celosía, e cales das súas propiedades debemos de tener en conta ó afrontares un problema de codificación de fonte ou un problema de codificación de canle.			C38 C3 C14	D10 D10
Comprender como un código rexilla (Trellis code) define unha celosía e por que esta construción é útil para codificación de fonte (Trellis-Code Quantization)		B18 B18 B18 B18	C38 C38 C3 C38	D10 D10
Entende-los distintos esquemas de codificación de fonte distribuida	A1	B18	C38 C3 C14	D1 D4
Implementar un esquema de codificación de fonte distribuida	A1	B18 B18 B18 B18	C38 C3 C38 C38 C14	D10 D1 D10 D6
Entende-los distintos esquemas de codificación conxunta de fonte y canle	A1	B18	C38 C3 C14	D10 D4 D6

Implementar un esquema de codificación conxunta de fonte e canle		B18	C38	D1
		B18	C3	D4
			C38	D6
			C14	D10
			C38	
			C38	
Comprende las características dos distintos tipos de distribución de sinais multimedia, prestando especial atención ós esquemas de streaming	A1	B18	C38	D10
	A1	B18		D1
	A1	B18		D10
	A1	B18		D10
	A1	B18		D10
		B18		D4
		B18		D6
		B18		D10
				D10
				D10

Contidos

Tema

1) Teoría de Información.	1) Caso discreto: Entropía. Entropía condicional. Entropía conxunta. Información Mutua. Diverxencia Kullback-Leibler. 2) Caso continuo: Entropía. Entropía condicional. Entropía conxunta. Información Mutua. Diverxencia Kullback-Leibler. 3) Desigualdade de Jensen. 4) Shaping gain. 5) Rate distortion.
2) Celosías	1) Definición 2) Propiedades Básicas
3) Codificación de fonte avanzada	1) Cuantificador Lloyd-Max 2) Trellis Code Quantization
4) Codificación de fonte distribuida	1) Codificación sen pérdidas 2) Codificación con pérdidas
5) Codificación conxunta de fonte e canle	1) Principio de separabilidade de Shannon 2) Esquemas particulares de codificación conxunta
6) Outros codificadores de fonte e canle.	

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas de laboratorio	19	49	68
Lección maxistral	20	34	54
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	0	1
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas de laboratorio	19 horas de prácticas sobre PC. Realización de simulacións computacionais. O/A estudante simulará nunha linguaxe de cálculo numérico (tipo Matlab) os esquemas considerados na materia. Resultados de aprendizaxe: C3, C14, D1, D4, D6. Software empregado: Matlab.
Lección maxistral	20 horas de clases teóricas onde se intercalarán casos prácticos. Ademais, propoñanse problemas para a súa resolución de forma autónoma. Resultados de aprendizaxe: C3, C14, D1, D4, D6.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	A atención personalizada desenvolverase nas titorías. Ademais, facilitarase a os/as estudantes comentarios individualizados dos informes realizados. Pódese consultar o horario de titorías na páxina institucional do profesor da materia: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/pedro-comesana-alfaro

Avaliación				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Prácticas de laboratorio	Realización de programas de simulación numérica, incluíndo a análise dos resultados obtidos e a elaboración de memoria/s.	40	C3 C14	D1 D4 D6
Resolución de problemas e/ou exercicios	Realización de proba de avaliación intermedia.	20	C3 C14	D1 D4 D6
Resolución de problemas e/ou exercicios	Realización de exame final.	40	C3 C14	D1 D4 D6

Outros comentarios sobre a Avaliación

- Avaliación continua: Para que se realice a media ponderada das distintas cualificacións, será necesaria a entrega de cada unha das tarefas indicadas (traballo/s práctico/s con memoria, proba de avaliación intermedia e exame final). Ademais, deberase obter polo menos o 40% da cualificación máxima no exame final e o 40% da cualificación máxima en cada práctica. No caso de que non se alcancen estes limiares a cualificación final será o mínimo da nota ponderada (usando os pesos indicados na táboa anterior) e 4.

- Avaliación global: Para que se realice a media ponderada das distintas cualificacións, será necesaria a entrega de cada unha das tarefas indicadas (traballo/s práctico/s con memoria e exame final). Ademais, deberase obter polo menos o 40% da cualificación máxima no exame final e o 40% da cualificación máxima en cada práctica. No caso de que non se alcancen estes limiares a cualificación final será o mínimo da nota ponderada (cun peso de 40% para as prácticas e 60% para o exame final) e 4.

Todas as probas e traballos desenvolveranse de forma individual e non serán recuperables.

A planificación da proba de avaliación intermedia e a entrega da/s práctica/s publicarase ao principio do cuadrimestre.

Tras a publicación das notas da proba de avaliación intermedia os/as estudantes dispoñerán dun prazo de 1 mes para renunciar á avaliación continua.

As mesmas normas son aplicables á avaliación na oportunidade extraordinaria, na que os/as estudantes poderán escoller se desexan manter a cualificación da proba de avaliación intermedia obtida durante o curso e ser avaliados/as mediante avaliación continua, ou ser avaliados/as mediante avaliación global. En ningún caso a cualificación da proba de avaliación intermedia será gardada para cursos posteriores.

No caso de que haxa convocatoria adiantada, a avaliación realizarase mediante un único exame final.

En caso de detección de copia en calquera das probas (proxecto, probas de avaliación intermedia ou exame final) ou utilización copiosa de ferramentas de IA no proxecto, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Cover and Thomas, **Elements of information theory**, 2, Wiley, 2006

Bibliografía Complementaria

Artículos científicos especificados por el profesorado,

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Tratamento de Sinal en Comunicacóns/V05M145V01102

Outros comentarios

Aínda que esta asignatura non ten unha serie de prerequisites obrigatorios, faise altamente desexable que o/a estudante teña una base mínima nos seguinte campos:

- Estatística
 - Procesado do sinal.
 - Codificación de canle
 - Codificación de fonte.
 - Redes e protocolos telemáticos.
-

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Codificación y gestión de información multimedia				
Materia	Codificación y gestión de información multimedia			
Código	10414-76035			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Martínez Solís, Diego			
Profesorado	Martínez Solís, Diego			
Correo-e	diego.martinez.solis@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	Nesta asignatura estudaranse as principais técnicas de compresión e codificación dos sinais audiovisuais, prestando especial atención ao estándar MPEG4. Tamén se explicarán as principais características do estándar MPEG7 para a descrición e recuperación de información multimedia.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B12	Coñecer os principais estándares no ámbito da codificación de audio e vídeo.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C14	Aplicar métodos da teoría da información, a modulación adaptativa e codificación de canle, así como técnicas avanzadas de procesado dixital de sinal aos sistemas de comunicacións e audiovisuais.
D1	Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.

Resultados previstos na materia		Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Terán aprendido a explotar os efectos perceptuais e a redundancia espacio-temporal para comprimir a información audiovisual.		A1	B18	C3	D1
				B18	C14
				B18	C38
				B12	C38
				B18	C38
Comprenderase a estrutura de información que contén o estándar MPEG4 y o porqué da súa necesidade.			B18	C38	D10
			B12	C38	D1
Teranse entendido os principais procesos que sofre o sinal de audio e o sinal de vídeo para garantir calidade perceptual reducindo a taxa binaria e coñeceranse os principais algoritmos incorporados nos estándares.					D10
	A1	B18	C38	D10	
	A1	B18	C3	D1	
			C38	D10	
			C38	D10	
			C38	D10	
			C38	D10	
			C14	D10	
Terán aprendido a manipular a información audiovisual para extraer metadatos e utilízalos en indexación e búsquedas.					D10
	A1	B18	C38	D1	
	A1	B18	C38	D10	
			C38	D10	
			C38	D10	
			C38	D10	
				D10	

Terán entendido a estrutura e utilidade do estándar MPEG7.

A1	B18	C38	D10
A1	B18	C38	D1
	B18		D10
	B18		D10
	B18		D10
	B18		D10
	B12		D10
			D10
			D10
			D10
			D10
			D10
			D10

Contidos

Tema	
Introducción á compresión e codificación audiovisual.	Percepción humana, redundancia e relevancia. Historia dos estándares de compresión. Análise e descrición da estrutura espacial e temporal en vídeo.
Codificación de vídeo.	Estándares de compresión de vídeo en MPEG 1, 2 y 4; H.261, H.263, H.264 (AVC), extensión de H.264, introducción a HEVC (H.265, MPEG-H part 2).
Codificación de audio.	Estándares de compresión de audio en MPEG 1, 2, 4 (MP3, AAC).
Descrición audiovisual avanzada.	MPEG7. Descrición Audiovisual Avanzada. Organización do contido multimedia. Recuperación de información.
Contido práctico.	Realizaranse tres prácticas reais relacionadas cos temas da asignatura.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticas con apoio das TIC	14	22	36
Traballo tutelado	10	38	48
Lección maxistral	16	16	32
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0.5	3.5	4
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0.5	3.5	4
Exame de preguntas obxectivas	1	0	1

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Prácticas con apoio das TIC	Traballo sobre conceptos concretos explicados nas sesións maxistras, con axuda de aplicacións informáticas. Competencias traballadas: B12, C3, C14, D1. Software: Matlab, Simulink, Python/OpenCV.
Traballo tutelado	O traballo empeza nas sesións da aula de informática. Traballo sobre os conceptos explicados e extensións dos mesmos. Cada problema/traballo exténdese durante varias semanas nas que o alumnado (en parellas), vai descubriendo, pola súa conta, ou coa axuda do profesor, qué necesitan para resolvelo. O traballo, ou parte do mesmo, deberá exponerse en público. Competencias traballadas: B12, C3, C14, D1.
Lección maxistral	Exposición dos conceptos básicos da asignatura. Competencias traballadas: B12, C3, C14, D1.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas con apoio das TIC	Axuda in situ e, se é necesario, tutoría previa cita (despacho A305). Consultas vía e-mail (dmartinezsolis@com.uvigo.es, diego.martinez.solis@uvigo.gal)
Traballo tutelado	Axuda in situ e, se é necesario, tutoría previa cita (despacho A305). Consultas vía e-mail (dmartinezsolis@com.uvigo.es, diego.martinez.solis@uvigo.gal)
Lección maxistral	Axuda in situ e, se é necesario, tutoría previa cita (despacho A305). Consultas vía e-mail (dmartinezsolis@com.uvigo.es, diego.martinez.solis@uvigo.gal)
Probas	Descrición

Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Resposta a cuestións sobre a súa elaboración. No momento de corrixir as memorias, envíase un breve informe con acertos e erros.
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Resposta a cuestións sobre a súa elaboración. No momento de corrixir as memorias, envíase un breve informe con acertos e erros.

Avaliación					
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	TEMÁTICA: relacionada cos primeiros temas. Especificacións provistas por profesor. A puntuación do traballo tutelado inclúe: a metodoloxía, os resultados conseguidos, a documentación e a selección de bibliografía relacionada. Os estudantes poden elixir realizar esta tarefa de forma individual ou en parella. Se se fan en parella, darase a mesma nota para ambos.	40	B12	C3 C14	D1
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	TAREA INDIVIDUAL ORIGINAL. TEMÁTICA: acordada co profesor segundo suxerencia do/da estudante. A puntuación do traballo tutelado inclúe: a metodoloxía, os resultados conseguidos, a documentación e a selección de bibliografía relacionada.	40	B12	C3 C14	D1
Exame de preguntas obxectivas	Esta proba vai asociada aos conceptos explicados nas sesións maxistras.	20	B12	C3 C14	D1

Outros comentarios sobre a Avaliación

Existe un exame final na data oficial marcada en Xunta de Escola, o que debe presentarse quen non superara a avaliación continua e desexe aprobar a asignatura. Tamén se pode decidir optar directamente polo exame final e non realizar ningunha actividade de avaliación continua (evaluación global). Este exame final será calificado entre 0 e 10 puntos e inclúe todos os temas da asignatura xunto cos conceptos e técnicas explicados globalmente para os traballos tutelados. Para aprobar, o alumno debe obter, alomenos, cinco puntos.

A avaliación en convocatoria extraordinaria consistirá nun exame para quen non superara a asignatura na convocatoria ordinaria. A nota da asignatura será a nota de dito exame. Este exame será calificado entre 0 e 10 puntos, e inclúe todos os temas da asignatura.

O "Exame de preguntas obxectivas" pode ser online ou escrito e presencial. En todo caso, sempre na data oficial de exame.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Fernando Pereira and Touradj Ebrahimi, **The MPEG-4 book**, 1, MSC Press Multimedia Series, Pearson Education, 2002

Richardson, Iain E. G., **H.264 and MPEG-4 video compression: video coding for next generation multimedia**, 1, Wiley, 2003

Bibliografía Complementaria

Thiagarajan, Jayaraman, **Analysis of the MPEG-1 Layer III (MP3) Algorithm using MATLAB**, 1, Morgan and Claypool, 2011

Ze-Nian Li, Mark S. Drew, Jiangchuan Liu, **Fundamentals of Multimedia**, 2, Springer, 2014

Recomendacións

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Distribución de contenidos multimedia/10414-76025

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Tratamiento de señal en comunicaciones/10414-76019

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Diseño avanzado de misiones espaciales y de exploración				
Materia	Diseño avanzado de misiones espaciales y de exploración			
Código	10414-76038			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Aguado Agelet, Fernando Antonio			
Profesorado	Aguado Agelet, Fernando Antonio Pérez Fontán, Fernando			
Correo-e	faguado@uvigo.gal			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Este curso céntrase no deseño avanzado de misións espaciais por satélite, abrangendo a análise da misión e o deseño dos segmentos espacial e terrestre a nivel de sistema. O alumnado profundará na enxeñaría e o deseño de subsistemas dun satélite, incluíndo a súa arquitectura, deseño, implementación e AIV (Ensamblaxe, Integración e Verificación). O programa tamén aborda a robótica espacial, os sistemas autónomos e as tecnoloxías innovadoras na exploración espacial. A aprendizaxe consolídase a través dun proxecto final de deseño dunha misión en Órbita Baixa (LEO), Media (MEO), Xeoestacionaria (GEO) ou de Espazo Profundo			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B1	Coñecer os mecanismos de posta en marcha, dirección e xestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos de telecomunicacións, con garantía da seguridade para as persoas e bens, a calidade final dos produtos e a súa homologación.
C2	Manexar as ferramentas necesarias para dirixir, planificar e supervisar equipos multidisciplinares
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C24	Elaborar, planificar estratexicamente, dirixir, coordinar e xestionar técnica e economicamente proxectos espaciais na contorna terrestre e de espazo profundo, aplicando estándares de Enxeñaría de Sistemas Espaciais, con coñecemento dos procesos de operación dun satélite.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia		Resultados de Formación e Aprendizaxe
Desenvolver, planificar e xestionar un proxecto de misión espacial avanzada, aplicando estándares de enxeñaría de sistemas espaciais.		B1 C2 C6 C24
Deseñar a arquitectura dos principais subsistemas dun satélite e definir os seus procedementos de Ensamblaxe, Integración e Verificación (AIV).		B1 C2 C6 C24
Analizar e aplicar os principios da robótica espacial e os sistemas autónomos no contexto de misións de exploración espacial.	B1	C2 C6 C24
Realizar análises a nivel de sistema para os segmentos espacial e terrestre dunha misión, incluíndo modelado matemático e simulacións.	B1	C2 C6 C24
Integrar tecnoloxías innovadoras e resolver problemas complexos no deseño dun proxecto de misión completo (p. ex., LEO, GEO ou Espazo Profundo).	B1	C2 C6 C24
Desenvolver autonomía suficiente para formular, presentar e comunicar os aspectos técnicos e de planificación dun proxecto integral de misión espacial.	B1	C2 C6 C24

Contidos

Tema

International space project standards (Teórico e Práctico) ECSS, NASA, INCOSE.

Análise e Deseño Avanzado de Misión (Teórico e Práctico)	- Análise dos requisitos da misión. - Deseño a nivel de Sistema dos segmentos espacial e terrestre
Enxeñaría de Subsistemas de Satélite (Teórico e Práctico)	- Arquitectura, deseño e implementación de subsistemas. - Plans e procedementos de Ensamblaje, Integración e Verificación (AIV).
Robótica Espacial e Sistemas Autónomos (Teórico)	- Fundamentos da robótica aplicada á exploración espacial. - Sistemas de control para operacións autónomas no espazo
Tecnoloxías Innovadoras na Exploración Espacial (Teórico)	Estudo de tecnoloxías emerxentes e a súa aplicación en futuras misións espaciais
Proxecto de Deseño de Misión Espacial (Práctico)	- Desenvolvemento dun proxecto final dunha misión completa en Órbita Baixa (LEO), Media (MEO), Xeoestacionaria (XEO) ou de Espazo Profundo. - Aplicación práctica da análise de misión e o deseño de sistemas e subsistemas.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	14	14	28
Prácticas con apoio das TIC	21	21	42
Exame de preguntas obxectivas	3	14	17
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	13	15
Práctica de laboratorio	0	21	21

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Descríbense os diferentes aspectos teóricos de cada parte da materia, incluíndo a posibilidade de utilizar a metodoloxía de aprendizaxe inversa. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B1, C2, C6 e C24.
Prácticas con apoio das TIC	Aplicarase o coñecemento teórico para avaliar a viabilidade técnica dun proxecto de pequenos satélites proposto polo alumnado. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias B1, C2, C6 e C24.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O alumnado terán a oportunidade de recibir tutorías personalizadas achega dos contidos da materia, nos horarios que serán establecidos e publicados na plataforma Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11661). Tamén poden enviarse as consultas a través de email aos profesores da asignatura.
Prácticas con apoio das TIC	O alumnado terán a oportunidade de recibir tutorías personalizadas achega dos contidos da materia, nos horarios que serán establecidos e publicados na plataforma Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11661). Tamén poden enviarse as consultas a través de email aos profesores da asignatura.
Probas	Descrición
Práctica de laboratorio	O alumnado terán a oportunidade de recibir tutorías personalizadas achega dos contidos da materia, nos horarios que serán establecidos e publicados na plataforma Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11661). Tamén poden enviarse as consultas a través de email aos profesores da asignatura.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Exame de preguntas obxectivas	Exame final: consiste nunha proba para a avaliación das competencias adquiridas polos estudantes mediante a resolución de problemas sinxelos e preguntas curtas de teoría.	15	B1 C2 C6 C24

Exame de preguntas de desenvolvemento	Probas nas que as persoas matriculadas terán que resolver, de maneira individual e autónoma, unha serie de exercicios de aplicación dos coñecementos adquiridos no tempo e nas condicións establecidas polo profesorado. Dependendo do sistema de avaliación elixido, haberá unha proba a realizar durante o curso ou xunto á proba final.	60	B1	C2 C24
Resolución de problemas e/ou exercicios	Probas nas que as persoas matriculadas terán que resolver, de maneira individual e autónoma, unha serie de exercicios de aplicación dos coñecementos adquiridos no tempo e nas condicións establecidas polo profesorado.	5		C2 C6 C24
Práctica de laboratorio	Os estudantes durante o curso participan en prácticas individuais ou en grupo e realizan traballos individuais	20	B1	C2 C6

Outros comentarios sobre a Avaliación

En caso de detección de copia en calquera das probas (probas curtas, exames parciais ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Nun prazo máximo dun mes desde o comezo do curso, o estudante debe elixir o método de avaliación para a oportunidade ordinaria: avaliación global ou avaliación continua. No caso de ter escollida a avaliación continua, a cualificación non poderá ser 'non presentado'. De todos os xeitos, o alumnado poderá cambiar a avaliación global unha semana antes da proba final. A oportunidade extraordinaria sempre se avaliará mediante avaliación global, aínda que, opcionalmente, parte das notas da avaliación continua poden ser tidas en conta.

Idioma de instrución: Inglés.

Toda a documentación do curso realizarase en inglés, así como as presentacións.

A avaliación dos informes e as prácticas levarase a cabo igualmente en inglés.

O último exame pode ser contestado en inglés, galego ou español.

1.- Oportunidade ordinaria

Avaliación global:

O exame incluírá preguntas, problemas e prácticas relacionadas cos contidos que se explican tanto nas sesións maxistras, nos seminarios e nos traballos supervisados. Será necesario obter un 5 sobre 10 para aprobar o exame.

Avaliación continua:

A materia avaliarase ao longo do curso:

- ☐ Seminarios de práctica: o alumnado realizará 3 prácticas. A súa avaliación terá un peso do 35% na nota final.
- ☐ Traballos tutelados: propoñeranse 3 traballos ao longo do curso e a avaliación realizarase mediante a corrección dos informes correspondentes, así como a súa presentación oral. Cada traballo terá un peso do 15% na nota final.
- ☐ Proba final de resposta curta: este exame será a proba final da avaliación continua e terá un peso do 20% da cualificación final.

2.- Oportunidade extraordinaria:

O estudiantado levará a cabo unha avaliación única que incluírá temas e ou problemas relacionados cos contidos impartidos tanto en sesións maxistras, seminarios como nos traballos supervisados (100% da nota final). O alumnado que elixiu a avaliación continua para a primeira oportunidade pode, opcionalmente, realizar esta avaliación única sobre o 65% da cualificación final.

3.- Convocatoria fin de carreira:

O estudiantado levará a cabo unha avaliación única que incluírá temas e ou problemas relacionados cos contidos impartidos tanto en sesións maxistras, seminarios como nos traballos supervisados (100% da nota final). O alumnado que elixiu a avaliación continua para a primeira oportunidade pode, opcionalmente, realizar esta avaliación única sobre o 65% da cualificación final.

As tarefas prácticas realizadas no curso non son recuperables e só son válidas para o curso actual.

4.- Uso de Intelixencia Artificial Xenerativa

Na realización das actividades académicas desta materia permítese o uso de intelixencia artificial xenerativa (IAX). O seu uso debe realizarse de forma ética, crítica e responsable. No caso de utilizar IAX, debe avaliarse de forma crítica calquera resultado que proporcione, e verificar de forma coidadosa calquera cita ou referencia xerada. Así mesmo, recoméndase declarar o uso das ferramentas utilizadas.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Course documentation and slides,

James R. Wertz, David F. Everett and Jeffery J. Puschell, **Space Mission Engineering: The New SMAD**, 4,

<http://www.ecss.nl>,

Transparencias de la asignatura,

Bibliografía Complementaria

<http://www.incose.org/>,

NASA Systems Engineering Handbook, SP-2007-6105. Rev 1,

Peter Fortescue (Editor), John Stark (Editor), Graham Swinerd (Editor), **Spacecraft Systems Engineering**, 3,

Recomendacións

Outros comentarios

Para os/as estudantes do *PARS recoméndase superar ou estar matriculado nas materias seguintes do Grao: Enxeñaría de Sistemas Espaciais

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Electrónica de potencia en fotovoltaica				
Materia	Electrónica de potencia en fotovoltaica			
Código	10414-76039			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Doval Gandoy, Jesús			
Profesorado	Doval Gandoy, Jesús Ríos Castro, Diego			
Correo-e	jdoval@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	A materia describe os conceptos básicos das técnicas de control e de conversión electrónica de potencia utilizadas en sistemas fotovoltaicos. 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.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
C22	Integrar tecnoloxías e sistemas propios da Enxeñaría de Telecomunicación, con carácter xeneralista, e en contextos máis amplos e multidisciplinares por exemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnoloxía, telemedicina.
C27	Integrar tecnoloxías de conversión fotovoltaica para alimentación de sistemas propios da Enxeñaría de Telecomunicación.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Coñecemento de tecnoloxías de conversión de potencia utilizadas en sistemas fotovoltaicos.	A1	B4	C22	D10
	A1	B18	C27	D10
		B18	C38	D10
			C38	D10
			C38	D10
			C38	D10
				D10
				D10
Coñecemento de técnicas de control de convertidores electrónicos de potencia utilizados en sistemas fotovoltaicos.	A1	B18	C22	D10
		B4	C27	D10
		B18	C38	D10
		B18	C38	D10
		B18	C38	

Contidos

Tema	
Tema 1: Introducción aos sistemas fotovoltaicos.	Efecto fotovoltaico. Características eléctricas dos paneis fotovoltaicos. Dependencia da temperatura e da radiación. Conexión eléctrica. Efecto sombra.
Tema 2: Topoloxías de conversión electrónica de potencia en fotovoltaica.	Configuración eléctrica de potencia con paneis fotovoltaicos. Topoloxías de conversión electrónica de potencia.
Tema 3: Control de invertidores fotovoltaicos.	Control de inversores fotovoltaicos illados. Control de inversores fotovoltaicos conectados á rede. Sincronización. Seguimento de punto de máxima potencia.
Tema 4: Normativa aplicable a inversores fotovoltaicos.	Normativa internacional: IEEE, IEC, VDE, EN. Normativa relativa a calidade de potencia, resposta ante perturbacións e funcionamento anti-illa.

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	15	48	63
Prácticas de laboratorio	10	31	41
Resolución de problemas	5	16	21

*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 estudantado. Competencias: B4, C22, C27.
Prácticas de laboratorio	Aplicación dos coñecementos a situacións concretas e de adquisición de habilidades básicas e procedimentais relacionadas coa materia. Competencias: B4, C22, C27.
Resolución de problemas	Formulación de problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. 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. Competencias: B4, C22, C27.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado, sobre o estudo de conceptos teóricos, sobre exercicios ou sobre prácticas de laboratorio. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho do profesorado no horario que o profesorado establecerá tras ser solicitado polo alumnado.
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado, sobre o estudo de conceptos teóricos, sobre exercicios ou sobre prácticas de laboratorio. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho do profesorado no horario que o profesorado establecerá tras ser solicitado polo alumnado.
Resolución de problemas	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado, sobre o estudo de conceptos teóricos, sobre exercicios ou sobre prácticas de laboratorio. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho do profesorado no horario que o profesorado establecerá tras ser solicitado polo alumnado.

Avaliación				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Lección maxistral	Conceptos teóricos	34	B4	C22
Prácticas de laboratorio	Desenvolvemento das prácticas de laboratorio.	33	B4	C22 C27
Resolución de problemas	Resolución de exercicios propostos.	33	B4	C22 C27

Outros comentarios sobre a Avaliación

Para as oportunidades ordinaria e extraordinaria de avaliación poderase escoller entre avaliación continua ou avaliación global. O estudantado que opte por avaliación global deberá notificalo por escrito no prazo de un mes dende o inicio das clases da materia.

1. Avaliación continua

A avaliación continua consiste na avaliación das tarefas e prácticas de laboratorio propostas polo profesorado ao longo do curso. O alumnado executará as tarefas e prácticas e entregarán un informe de cada unha das tarefas e prácticas. O profesorado poderá facer preguntas ao alumnado sobre as tarefas e prácticas executadas cón fin de avaliar os coñecementos adquiridos.

O profesorado cualificará ao alumnado a partir do seu desempeño na realización das tarefas, das prácticas e dos informes xerados. As cualificacións serán válidas só para o curso académico en que se realicen.

Enténdese que o alumnado opta por avaliación continua se presenta algunha das tarefas ou prácticas propostas. Desde ese momento considérase presentado á convocatoria. A súa cualificación será a de avaliación continua.

2. Avaliación global

O alumnado que non participa na avaliación continua terá que realizar un exame. Este exame constará de preguntas teóricas, problemas e exercicios que avaliarán os coñecementos do alumnado relativos aos contidos da materia. A data para a realización desta proba será fixada pola dirección do centro.

3. Oportunidade extraordinaria

O alumnado dispón dunha oportunidade extraordinaria para superar a materia. Terá que superar un exame que consta de preguntas teóricas, problemas e exercicios que avaliarán os coñecementos do alumnado relativos aos contidos da materia.

A data para a realización desta proba será fixada pola dirección do centro. Este exame é o mesmo para todo o alumnado, seguisen ou non a avaliación continua.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodríguez, **Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems**, Online ISBN:9780470667057 |DOI:10.1002/9780470667057, 1, John Wiley & Sons, Ltd., 2011

Bibliografía Complementaria

Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, **Power Electronics: Converters, Applications, and Design**, ISBN: 978-0-471-22693-2, 3, Wiley, 2002

Andrés Barrado Bautista, Antonio Lázaro Blanco, **Problemas de electrónica de potencia**, ISBN: 9788420546520, 1, Pearson. Prentice Hall, 2007

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Forensía y seguridad de datos (Data Forensics and Security (D4S))				
Materia	Forensía y seguridad de datos (Data Forensics and Security (D4S))			
Código	10414-76040			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Pérez González, Fernando			
Profesorado	Pérez González, Fernando			
Correo-e	fperez@gts.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descrición xeral	A seguridade multimedia é un tema cada vez máis importante dado que a maior parte da información que se intercambia hoxe en día en Internet é multimedia. As solucións de protección de datos tradicionais como a criptografía só poden solucionar o problema parcialmente, porque os contidos, unha vez descifrados, deixan de estar protexidos. Ademais, hai unha preocupación crecente sobre a integridade dos contidos multimedia: as ferramentas modernas de edición cuestionan a nosa confianza nos vídeos, imaxes ou audio. Afortunadamente, numerosos de grupos investigación e empresas abordaron estes problemas e propuxeron solucións enxeñosas. O presente curso presenta temas en seguridade multimedia, facendo énfase na criptografía, o marcado de auga, en análise dixital forense e o procesado de sinal no dominio cifrado. Impártese e evalúase en inglés. Os contidos están en inglés. Os alumnos poden participar nas clases e responder nos exames desexablemente en inglés, pero tamén é posible facelo en galego ou castelán.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C31	Modelar, operar, administrar, e afrontar o ciclo completo e empaquetamiento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, seguridade, escalado e mantemento, xestionando e asegurando a calidade no proceso de desenvolvemento.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Manexar o uso dos diferentes algoritmos nas distintas contornas de comunicacións multimedia que se poden expor actualmente.	B4	C38	D10	
	B8	C31		
Comprender material técnico de forma autónoma.	A1	B18	C38	D10
	A1	B18	C31	D10
	A1	B18		
		B4		
		B8		

Contidos

Tema	
Introdución a criptografía.	Aplicación a sistemas multimedia. Integración con codificación de fonte e de canle. Cifrado bloque e secuencial. Hashing e códigos MAC. Algoritmos específicos.
Sistemas de acceso condicional.	Requisitos. Historia e estado da arte. Deseño dun sistema de acceso condicional.
Compartición de segredos.	Sistema sinxelo de compartición de segredos. Criptografía visual.

Ocultación de datos e marcado de auga.	Conceptos básicos. Marcado de auga e ocultación de datos. Marcado de auga en espectro ensanchado. Marcado de auga mediante cuantificación. Aplicación a imaxes e vídeo. Aplicación á protección do copyright de modelos de aprendizaxe profunda.
Procesamento de sinal forense.	Detección e estimación de cuantificación. Detección e identificación de filtrado. Detección e estimación de remuestreo. Atribución de cámaras.
Procesado de sinal no dominio cifrado.	Métricas e conceptos de privacidade. Cifrado homomórfico. Circuitos ilexibles. Representación de sinais e explosión de cifras. Aplicacións.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	19	27	46
Prácticas de laboratorio	14	13	27
Prácticas con apoio das TIC	7	13	20
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	15	15
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas (Repetida non usar)	0	15	15
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O curso está estruturado en varios temas en seguridade multimedia, incluíndo criptografía, marcado de auga, forense e procesado de sinal no dominio cifrado. Competencias: CG4, CG8, CE31
Prácticas de laboratorio	As prácticas de laboratorio cubrirán aspectos diferentes da ocultación de datos, marcado de auga e forense. Isto permitirá que os estudantes implementen e expandan considerablemente algúns dos conceptos vistos nas clases. Competencias: CG4, CG8, CE31
Prácticas con apoio das TIC	

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse durante a propia sesión maxistral, ou durante o horario establecido para tutorías. O horario de tutorías se establecerá ao principio do curso e se publicará na páxina web da asignatura. Contato: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez
Prácticas con apoio das TIC	The teachers will provide individualized and personalized attention to students during the course, solving their doubts and questions. Doubts will be answered during the work review sessions or during the office hours. Contact: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez
Probas	Descrición
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse durante as sesións de seguimento do traballo, ou durante o horario establecido para tutorías. Contato: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas (Repetida non usar)	The teachers will provide individualized and personalized attention to students during the course, solving their doubts and questions. Doubts will be answered during the work review sessions or during the office hours. Contact: https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez

Avaliación				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Informes das prácticas e traballo persoal adicional que empregue as técnicas vistas na aula:	35	B4 B8	C31
	Práctica 1: Marcado de auga e ocultación de datos (35%) Avaliarase a calidade dos informes e a corrección dos resultados. Os informes serán individuais ou colectivos, dependendo da unidade que realizou cada práctica.			
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas (Repetida non usar)	Informes das prácticas e traballo persoal adicional que empregue as técnicas vistas na aula:	35	B4 B8	C31
	Práctica 2: Análisis forense (35%) Avaliarase a calidade dos informes e a corrección dos resultados. Os informes serán individuais ou colectivos, dependendo da unidade que realizou cada práctica.			
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final con cuestións curtas sobre os contidos do curso.	30	B4 B8	C31

Outros comentarios sobre a Avaliación

Requírese unha puntuación mínima do 30% con respecto ao máximo posible no exame final para aprobar a materia.

Naqueles casos en que o alumno decida non realizar as tarefas de avaliación continua, a nota final basearase exclusivamente no exame con cuestións sobre a materia. Isto aplica tamén á oportunidade extraordinaria.

No caso de que o alumno non obteña a puntuación mínima no exame final escrito, a nota final obterase usando a fórmula: $0.35 \cdot \text{REP} + 0.15 \cdot \text{TEST}$, onde REP é a nota obtida nos informes/memorias e TEST é a nota obtida no exame final. En caso de informes colectivos, deberase explicitar a contribución de cada alumno ao mesmo, e a avaliación será individualizada, en función da devandita contribución. O profesor poderá requirir unha entrevista para determinar as contribucións individuais.

Unha vez que o alumno entrega algún dos entregables, está automaticamente decidindo ser avaliado de forma continua, sempre que houbese transcurrido máis dun mes dende o comezo das clases.

Calquera alumno decide ser avaliado de forma continua, terá unha nota final, independentemente de se realiza o exame final ou non.

As tarefas de avaliación continua non poden repetirse despois das súas correspondentes datas de entrega, e son válidas só para o curso actual.

No caso de detección de plaxio ou utilización xeneralizada de ferramentas de IA nalgún dos traballos/probas realizadas a cualificación final da asignatura será de suspenso (0) e os profesores comunicarán a dirección da escola o asunto para que tome as medidas que considere oportunas. Asemade, os profesores comunicarán a dirección da escola calquera conducta contraria a ética por parte dos alumnos, existindo a posibilidade de que aquela tome as medidas oportunas.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

A.J. Menezes, **Handbook of Applied Cryptography**, 1996,

Bibliografía Complementaria

Cox, Miller, Bloom, Fridrich, Kalker, **Digital Watermarking and Steganography**, 2nd,

Troncoso-Pastoriza, Perez-Gonzalez, **Secure Signal Processing in the Cloud: enabling technologies for privacy-preserving multimedia cloud processing**, Signal Processing Magazine,

A. Piva, **An Overview of Image Forensics**, Signal Processing,

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Inferencia en ingeniería				
Materia	Inferencia en ingeniería			
Código	10414-76041			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	López Valcarce, Roberto			
Profesorado	López Valcarce, Roberto			
Correo-e	valcarce@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	O proceso de inferencia consiste en deducir propiedades dunha distribución estatística mediante o análise de datos. Comprende as teorías de estimación e de detección, e constitúe o núcleo de numerosos sistemas de extracción de información e toma de decisións. Entre eles cabe mencionar os sistemas biomédicos, de comunicacións, de procesado de audio, imaxe, e video, radar, "big data", etc. Neste curso proporciónase unha introdución aos conceptos básicos das teorías de estimación e detección, cun enfoque orientado a alumnos de enxeñaría e facendo énfasis no desenvolvemento de algoritmos prácticos e implementables en sistemas de procesado dixital.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C23	Aplicar metodoloxías de elaboración, dirección, coordinación, e xestión técnica e económica de proxectos sobre: sistemas, redes, infraestruturas e servizos de telecomunicación, incluíndo a supervisión e coordinación dos proxectos parciais da súa obra aneja; infraestruturas comúns de telecomunicación en edificios ou núcleos residenciais, incluíndo os proxectos sobre fogar dixital; infraestruturas de telecomunicación en transporte e medio ambiente; coas súas correspondentes instalacións de subministración de enerxía e avaliación das emisións electromagnéticas e compatibilidade electromagnética.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Capacidade para aplicar técnicas estadísticas de detección a sistemas de comunicacións e audiovisuais		C23
Capacidade para determinar e interpretar os límites fundamentais aplicables a problemas de estimación e detección	B4	C23
Capacidade para avaliar as prestacións das técnicas estadísticas de estimación e detección tanto analíticamente como mediante simulación de Monte Carlo	B8	C23

Contidos

Tema	
Parte I: Estimación	- O problema da estimación estatística. Medidas de prestacións: sesgo, varianza, erro cuadrático medio. Estimador insesgado de mínima varianza. - Información de Fisher e Cota de Cramer-Rao. Fórmula de Slepian-Bangs. - Estimador Lineal Inssegado Óptimo e Estimador de Máxima Verosimilitude: definición, propiedades e exemplos.
Parte II: Detección	- Tests de hipóteses: tipos. Medidas de prestacións: falsos positivos e falsos negativos. Curvas ROC. - Teorema de Neyman-Pearson: cociente de verosimilitudes. - Detección baixo a filosofía bayesiana: probabilidade de erro, risco, detector óptimo. - Exemplos: sinais deterministas e aleatorias

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	21	23	44
Prácticas con apoio das TIC	7	7	14

Resolución de problemas de forma autónoma	0	14	14
Resolución de problemas de forma autónoma	0	14	14
Simulación	0	25	25
Exame de preguntas obxectivas	2	12	14

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición dos principais contidos teóricos da materia con axuda de medios audiovisuais. Con esta metodoloxía contribúirase á adquisición das competencias CG4 e CG8
Prácticas con apoio das TIC	Actividades de simulación no entorno de programación MATLAB das técnicas estudadas aplicadas a diferentes problemas de comunicacións dixitais e tratamento de sinais multimedia. Con esta metodoloxía contribúirase á adquisición das competencias CG8 e CE23
Resolución de problemas de forma autónoma	Asignaranse unha serie de exercicios ao longo do curso que os estudantes deberán resolver e entregar no prazo fixado. Con esta metodoloxía contribúirase á adquisición das competencias CG4, CG8 e CE23
Resolución de problemas de forma autónoma	Asignaranse unha serie de exercicios ao longo do curso que os estudantes deberán resolver e entregar no prazo fixado. Con esta metodoloxía contribúirase á adquisición das competencias CG4, CG8 e CE23
Simulación	Actividades de simulación das técnicas estudadas aplicadas a diferentes problemas de comunicacións dixitais e tratamento de sinais multimedia. Con esta metodoloxía contribúirase á adquisición das competencias CG8 e CE23

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Proporcionarase atención personalizada ó alumnado no horario de titorías previa cita, así como mediante correo electrónico. Ver https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11637
Prácticas con apoio das TIC	Proporcionarase atención personalizada ó alumnado no laboratorio e no horario de titorías previa cita, así como mediante correo electrónico. Ver https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11637

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas de forma autónoma	Asignaranse unha serie de exercicios ao longo do curso que os estudantes deberán resolver e entregar no prazo fixado	30	B4 C23 B8
Resolución de problemas de forma autónoma	Asignaranse unha serie de exercicios ao longo do curso que os estudantes deberán resolver e entregar no prazo fixado	30	B4 C23 B8
Exame de preguntas obxectivas	Exame final no cal o alumno debe resolver varios exercicios teóricos	40	B4 C23 B8

Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación, ofrécense ao alumnado que curse esta materia dous posibles sistemas de avaliación:

1) Avaliación continua: A cualificación final calcularase en base a:

- Exame final (ata 4 puntos)
- Resolución de exercicios (ata 6 puntos)

Requírese unha nota mínima de 35% no exame final para aprobar a materia. De non acadala, a cualificación pasará a ser directamente a do exame.

As cualificacións correspondentes á resolución de exercicios manterase para a oportunidade extraordinaria, na que se poderá realizar un novo exame final. A entrega de calquera boletín de exercicios implica asumir avaliación continua.

2) Avaliación global ao remate do cuatrimestre: A cualificación final é a obtida no exame final, tanto na oportunidade ordinaria como na extraordinaria.

En caso de detección de copia en calquera das probas (informes de exercicios ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

S. M. Kay, **Fundamentals of Statistical Signal Processing, vol. I: Estimation Theory**, 1, Prentice Hall, 1993

S. M. Kay, **Fundamentals of Statistical Signal Processing, vol. II: Detection Theory**, 1, Prentice Hall, 1998

Bibliografía Complementaria

L. L. Scharf, **Statistical signal processing: detection, estimation and time series analysis**, 1, Pearson, 1991

S. Theodoridis, **Machine Learning: A Bayesian and Optimization Perspective**, 1, Elsevier, 2015

IEEE, <http://ieeexplore.ieee.org/>,

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Modelado y análisis de redes complejas				
Materia	Modelado y análisis de redes complejas			
Código	10414-76042			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Sousa Vieira, Estrella			
Profesorado	Sousa Vieira, Estrella			
Correo-e	estela@det.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Modelado e Análise de Redes Complexas aborda o estudo estrutural e dinámico de redes que xorden nos campos da telecomunicación, a socioloxía, a economía, etc. Estúdanse, en particular, modelos de xeración de redes, de difusión de información, de contaxio, de aprendizaxe e de formación de coalicións. Os contidos teóricos aplícanse a casos prácticos de estudo.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Código	
B6	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/o aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación.
B9	Comprender e saber aplicar o funcionamento e organización da internet, as tecnoloxías e protocolos da internet de nova xeración, os modelos de compoñentes, software intermediario e servizos.
B11	Comprender e saber explotar os procesos de formación e difusión de información nas redes sociais, aplicándoos á mellora da internet.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
C6	Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida e autónoma.
C26	Xestionar a adquisición, estruturación, análise e visualización de datos, extraendo a información e coñecemento subxacente, valorando de forma crítica os resultados, e aplicándoo á innovación e toma de decisións estratéxicas en distintos ámbitos.
D3	Integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación de coñecementos e xuízos
D6	Modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.
D9	Deseñar e xestionar sistemas distribuídos baseados na aprendizaxe e en incentivos.

Resultados previstos na materia		Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Entender os fenómenos estáticos e dinámicos que explican a estrutura das redes		B9	C38	D6	
		B11	C3		
Saber analizar os mecanismos de formación de redes en termos estratéxicos			C9		
	A1	B18	C38	D10	
		B11	C3	D9	
			C38		
			C6		
			C9		
			C38		

Saber modelar e aplicar a datos reais os procesos de difusión de información en redes	A1	B18	C9	D10
	A1	B18	C38	D10
	A1	B18	C26	D10
	A1	B18		D3
	A1	B6		D10
		B18		D6
		B11		D10
		B18		D10
		B18		D9
		B18		D10
Saber como aplicar os procedementos de análise estrutural e dinámica das redes para analizar sistemas complexos nos ámbitos tecnolóxico, biolóxico, económico e social.	A1	B6	C3	D3
	A1	B9	C6	D6
		B11	C9	D9
			C26	
Saber utilizar a dinámica de aprendizaxe en redes para caracterizar fenómenos	A1	B6	C3	D10
	A1		C9	D3
	A1		C38	D10
	A1		C26	D9
	A1			D10

Contidos

Tema	
1. Conceptos básicos	a. Evidencia empírica b. Parámetros descritivos c. Leis de escalado
2. Formación de redes	a. Modelos aleatorios: formación estática b. Modelos aleatorios: formación dinámica c. Formación estratéxica: estabilidade, eficiencia e incentivos
3. Difusión e aprendizaxe en redes	a. Difusión simple SIR, SIS e outros b. Aprendizaxe e reforzo en redes c. Xogos en redes: complementos e substitutos estratéxicos
4. Aplicacións	a. Meritocracia b. Trending topics c. Sistemas de recomendacións/puntuacións d. Viralidade e. Orixe de rumores

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	36	54
Aprendizaxe baseado en proxectos	4.5	36.5	41
Resolución de problemas de forma autónoma	4.5	22.5	27
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Exame de preguntas obxectivas	1	0	1

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición sintética dos conceptos básicos que sustentan o corpo de doutrina da materia. Con esta metodoloxía trabállanse os coñecementos, habilidades e competencias B6, B9, B11, C3, D6 y D9.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Desenvolvemento dun proxecto práctico de análise e modelado dunha rede tecnolóxica, social ou económica. Consistirá na explicación estrutural e dinámica dos fenómenos observables nos datos que describen a rede. Con esta metodoloxía trabállanse os coñecementos, habilidades e competencias B6, B9, B11, C3, C6, C9, C26, D3 y D6.
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución por parte do alumnado de problemas e exercicios relacionados cos contidos impartidos nas leccións maxistrais. Con esta metodoloxía trabállanse os coñecementos, habilidades e competencias B6, B9, B11, C3, C6, C9, C26, D6 y D9.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Aprendizaxe baseado en proxectos	Atención individualizada ao alumnado para resolver as dúbidas que poidan xurdir no desenvolvemento do proxecto. As titorías poden consultarse e/ou solicitarse en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11585)
Resolución de problemas de forma autónoma	Atención individualizada ao alumnado para resolver as dúbidas que poidan xurdir na resolución autónoma dos problemas. As titorías poden consultarse e/ou solicitarse en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11585)
Lección maxistral	Atención individualizada ao alumnado para resolver as dúbidas que poidan xurdir no estudo do material das leccións maxistrais. As titorías poden consultarse e/ou solicitarse en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11585)

Avaliación						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Aprendizaxe baseado en proxectos	Validación do proxecto e calidade das conclusións.	30	B6 B9 B11	C3 C6 C9 C26	D3 D6	
Resolución de problemas de forma autónoma	Corrección dos exercicios propostos.	30	B6 B9 B11	C3 C6 C9 C26	D6 D9	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame escrito de preguntas de desenvolvemento sobre os contidos da materia	30	B6 B9 B11	C3 C6 C9	D6 D9	
Exame de preguntas obxectivas	Exame escrito de preguntas obxectivas sobre os contidos da materia	10	B9 B11	C9	D6	

Outros comentarios sobre a Avaliación

Déixanse a discreción do alumnado dous métodos de avaliación alternativos na materia: avaliación continua (por defecto) e avaliación global.

A avaliación continua consistirá na realización dun exame final escrito (40% da cualificación), no desenvolvemento dun proxecto práctico (30% da cualificación) e na resolución escrita de problemas e exercicios en tres entregas ao longo do curso (30% da cualificación). A avaliación global consistirá na realización dun exame final escrito (60% da cualificación) e no desenvolvemento dun proxecto práctico (40% da cualificación).

É preciso acadar 3.5 puntos sobre 10 no exame final escrito para superar a materia. No caso de non acadar este mínimo pero acadar ou superar os 5 puntos na cualificación total, a cualificación recibida será 4.9.

O alumnado poderá renunciar á avaliación continua antes da terceira entrega de problemas e exercicios, informando ao profesorado sobre elo.

Considerarase presentado todo aquel alumnado que se presente ao exame final escrito e/ou entregue o proxecto.

Os que non superen a materia na oportunidade ordinaria da convocatoria dispoñen dunha oportunidade extraordinaria na que se voltarán a avaliar os seus coñecementos cun exame escrito e/ou avaliarase novamente o seu proxecto no caso de que se mellorase ou modificase. Os pesos de cada unha das probas (exame e proxecto) serán os mesmos que no período ordinario de avaliación conforme á modalidade que se elixira.

A cualificación das probas só ten efecto no curso académico no que se obteñan, con independencia do itinerario de avaliación escollido.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

A.-L. Barabasi, **Network science**, 9781107076266, Cambridge University Press, 2016

M. O. Jackson, **Social and economic networks**, 9780691148205, Princeton University Press, 2010

M. Newman, **Networks**, 9780198805090, OUP Oxford, 2018

Bibliografía Complementaria

B. Bollobas, **Random Graphs**, 9781139244411, Cambridge University Press, 2011

G. Chen, X. Wang, X. Li, **Fundamentals of complex networks: models, structures and dynamics**, 9781118718117, Wiley, 2015

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Modelos de aprendizaje automático				
Materia	Modelos de aprendizaje automático			
Código	10414-76046			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	-	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	García Sánchez, Manuel			
Profesorado	García Sánchez, Manuel			
Correo-e	manuel.garciasanchez@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descrición xeral	Análise de datos cun enfoque eminentemente práctico: extracción e limpeza de datos, caracterización dos mesmos mediante técnicas como regresión estadística, clustering ou análise de outliers, e xeración de coñecemento mediante técnicas como visualización intuitiva ou clasificación automática. A asignatura impártese en castelán.			
	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.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B4	Concibir a Enxeñaría nun marco de desenvolvemento sostible.
B8	Coñecer as limitacións, riscos e implicacións do uso da IA Xenerativa.
C25	Aplicar métodos estatísticos de procesado de sinal aos sistemas de comunicacións e audiovisuais.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
- Coñecer as distintas fases do proceso de extracción de coñecemento e as áreas de aplicación da minería de datos.	B4 B8	C25
- Coñecer a importancia da preparación dos datos e saber aplicar as principais técnicas de pre-procesado.	B4 B8	C25
- Coñecer as principais técnicas da minería de datos así como os supostos necesarios para a súa aplicación a un escenario concreto.	B4 B8	
- Coñecer e saber aplicar as distintas formas de avaliación dos resultados obtidos no proceso de minería de datos.		C25
- Coñecer e saber utilizar ferramentas software estatísticas e de soporte aos procesos de minería de datos online e offline.	B4	C25
- Ser capaz de planificar, desenvolver e avaliar un proceso de análise de datos.	B4 B8	C25

Contidos

Tema	
Análise estatística de datos	- Correlación e causación - Regresións - Intervalos de confianza e erro. Test de hipótese
Minería de datos	- Limpeza, integración, redución e transformación de datos. - Clasificación e clustering.
Análise computacional de datos	- Análise de datos a gran escala - Visualización de datos e resultados - Escenarios de aplicación

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Aprendizaxe baseado en proxectos	7	36	43
Prácticas de laboratorio	10	19	29

Lección maxistral	21	28	49
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2
Traballo	1	0	1
Traballo	1	0	1

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

Metodoloxía docente

	Descrición
Aprendizaxe baseado en proxectos	Os/as alumnos/as abordarán a resolución dun suposto práctico de análise de datos nun escenario de aplicación. A2 A3 B4 B8 C25.
Prácticas de laboratorio	Durante todo o curso se utilizarán as prácticas no laboratorio para o desenvolvemento de solucións que permitan materializar os conceptos fundamentais da materia. Software a utilizar: R (https://www.r-project.org/). A2 A3 B4 B8 C25.
Lección maxistral	Clases que combinarán a exposición dos conceptos da materia ca realización de pequenos exercicios. Estes poderán ser resoltos polo/a docente ou polos propios/as alumnos/as individualmente e/o en grupo. O obxectivo é fomentar o debate na clase e reforzar a adquisición de competencias. A2 A3 B4 B8.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	A atención persoalizada terá lugar nas horas oficiais de tutorías publicadas en https://atlanttic.uvigo.es/es/investigacion/persoal-docente-investigador/gonzalez-castano-francisco-javier/ ou vía e-mail en calquer momento.
Aprendizaxe baseado en proxectos	A atención persoalizada terá lugar nas horas oficiais de tutorías publicadas en https://atlanttic.uvigo.es/es/investigacion/persoal-docente-investigador/gonzalez-castano-francisco-javier/ ou vía e-mail en calquer momento.
Prácticas de laboratorio	A atención persoalizada terá lugar nas horas oficiais de tutorías publicadas en https://atlanttic.uvigo.es/es/investigacion/persoal-docente-investigador/gonzalez-castano-francisco-javier/ ou vía e-mail en calquer momento.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas e/ou exercicios	Examen escrito que combina cuestións e preguntas tipo test.	40	C25
Traballo	Traballo sobre un conxunto de datos facilitado ao principio da asignatura.	30	B4 B8 C25
Traballo	Traballo sobre un conxunto de datos facilitado ao principio da asignatura.	30	B4 B8 C25

Outros comentarios sobre a Avaliación

OPORTUNIDADE ORDINARIA

O/a alumno/a deberá optar entre as modalidades de avaliación continua ou avaliación global.

A EVALUACIÓN CONTINUA se baseará nas metodoloxías anteriores. A puntuación de cada unha das actividades é a seguinte:

1. Proba de resposta curta (máximo 4 puntos).
2. Dous entregas de traballos sobre un conxunto de datos (máximo 6 puntos, 3 puntos cada un)

Para a superación da materia o/a alumno/a debe obter un mínimo de 1,5 puntos sobre 4 na "Proba de respuesta curta" e unha puntuación total (resultante da suma das actividades puntuables) superior a 5 puntos. Non alcanzar a nota mínima na proba curta limita a nota máxima alcanzable a 4.9 puntos. A nota máxima será de 10 puntos.

Os contenidos da proba de resposta curta e as entregas se articularán de forma que o/a alumno/a reparta o esforzo de preparación.

A EVALUACIÓN GLOBAL consistirá nunha única proba sobre todos os contenidos da materia, de carácter teórico e/o práctico (máximo 5 puntos, requírese alcanzar unha nota de 2 puntos para a superación da materia) e unha entrega dun traballo sobre un conxunto de datos facilitado polo/a profesor/a (máximo 5 puntos). A materia se considerará superada se o/a alumno/a obtén unha puntuación total igual o superior a 5 puntos. Non alcanzar a nota mínima na proba limita a nota

máxima alcanzable a 4.9 puntos. A nota máxima é de 10 puntos.

OPORTUNIDADE EXTRAORDINARIA E DE FIN DE CARREIRA

Únicamente poderase seguir a modalidade de evaluación global, nos termos descritos anteriormente.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Zumel, N., Mount, J., **Practical Data Science with R**, ISBN 9781617291562, Manning Publications,

James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., **An Introduction to Statistical Learning with Applications in R**, ISBN 9781461471387, Springer,

Recomendacións
