Escuela de Ingeniería de Telecomunicación

(*)Páxina web

(*)

www.teleco.uvigo.es

(*)Presentación

La Escuela de Enxeñaría de Telecomunicación, con acreditación institucional desde el 28/01/2019 (RD 420/2015), oferta un grado y cuatro másteres totalmente adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, verificados por la ANECA y que se ajustan a las Órdenes Ministeriales CIN/352/2009 y CIN/355/2009.

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (GETT) - Bachelor□s Degree in Telecommunication Technologies Engineering

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

El Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación habilita para el ejercicio de las profesiones reguladas de ingeniería técnica. Las profesiones reguladas son aquellas para las que para su ejercicio se requiere cumplir una condición especial que, normalmente, es estar en posesión de un determinado título académico. En la actualidad, se rigen por el Real Decreto 1837/2008. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) determinó que las atribuciones profesionales se pueden adquirir con la titulación de grado (Ingenieros e Ingenieras Técnicos) o con la titulación de máster universitario (Ingenieros e Ingenieras).

El GETT ha sido seleccionado para participar en el Plan de Excelencia del Sistema Universitario de Galicia Ultreia 2020, en el que se recogen un conjunto de acciones que tienen como objetivo que las universidades gallegas puedan dar un nuevo salto de calidad. Al amparo de este plan, a partir del curso 2018/19 **se oferta un itinerario en inglés para que, los alumnos y alumnas que así lo deseen, puedan cursar en esta lengua hasta el 80% de los créditos de la 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 Ingeniería de Telecomunicación

Determinadas profesiones reguladas necesitan un nivel de estudios mayor y así, para poder ejercerlas, se requiere haber cursado un máster universitario habilitante. El Máster en Ingeniería de Telecomunicación es un máster con atribuciones profesionales plenas de Ingeniero e Ingeniera de Telecomunicación, regulado por la Orden Ministerial CIN/355/2009 de 9 de febrero de 2009 y publicado en el 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

Másteres Interuniversitarios

La oferta educativa actual del centro se completa con diferentes másteres interuniversitarios interrelacionados con el sector empresarial.

Master Interuniversitario en Ciberseguridad; www: https://www.munics.es/

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

Máster Interuniversitario en Visión por Computador: www: https://www.imcv.eu/

(*)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

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
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	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
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				
Asignatura	Sistemas distribuidos			
Código	10414-76017			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua Impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Vilas, Ana			
Profesorado	García Méndez, Silvia			
Correo-e	avilas@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
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

Metodologías	Descripción
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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

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

Otros comentarios sobre la Evaluación

A avaliación continua basearase na entrega progresiva dos traballos prácticos, a realización dos exercicios propostos e o exame final. Na avaliación final, os elementos avaliables 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 andJack J. Dongarra, **Distributed and Cloud Computing**, elsevier, 2012

Recomendacións

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Radio				
Asignatura	Radio			
Código	10414-76018			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua 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			
Descripción general	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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Capacidade para realizar deseños básicos de antenas	C2
Capacidade para calcular o balance de enlace tendo en conta tanto sinal como perturbacions en distintos escenarios	C2 C3
Capacidad 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 Dispoñibilidade, 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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
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, diagnosticalo 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

Metodologías	Descripción
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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
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 individualis. 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 evaluación 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 evaluación das competencias adquiridas polos estudantes mediante a resolución de problemas sinxelos e preguntas cortas de teoría.	30	C2 C5

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 Griffits, **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

Asignaturas que continúan el temario

Antenas/V05M145V01208
Laboratorio de Radio/V05M145V01209
Satélites/V05M145V01311
Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Tratamiento de señal en comunicaciones				
Asignatura	Tratamiento de señal en comunicaciones			
Código	10414-76019			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua 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			
Descripción general	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 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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.

Resultados previstos na materia				
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Capacidade para implementar técnicas avanzadas de procesado de sinal en aplicacións en diferentes campos: bioenxeñería, 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.

Estimación lineal	- Criterio de Mínimos Cadrados - Criterio de mínimo erro cuadrático medio - Propiedades do estimador LMMSE - Formulación no espacio de estados - O filtro de Kalman

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
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

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

Avaliación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 plantexe. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a misma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requerir 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 plantexe. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a misma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requerir 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 plantexe. Realizarase en xeral por parellas, e asignarase a misma nota a ambos membros. O instrutor poderá monitorizar o progreso da práctica e requerir aclaracións de xeito individual para verificar que ambos membros participaron activamente na totalidade do informe.	20	B4 B8	C1 C2 C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 diretamente a obtida no exame.

De cara á oportunidade extraordinaria, manteránse 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

Asignaturas que continúan el temario

Inferencia en ingeniería/10414-76041
Codificación de fuente y canal/10414-76034
Comunicaciones digitales avanzadas/10414-76033

Otros 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 gausiana e uniforme. Procesos estocásticos: autocorrelación, correlación cruzada, estacionariedade, densidade espectral de potencia.
- Comunicacións: tasa de bit, tasa de símbolo, modulación de amplitude, modulacións PAM e QAM.

DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas electrónicos digitales avanzados

Asignatura	Sistemas electrónicos digitales avanzados			
Código	10414-76020			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua 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			
Descripción general	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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 mulitidisciplinares, 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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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 semiconductoras	Arquitectura das memorias semiconductoras: 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.
Implementaciones 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)	Descripción, 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)

Prácticas de laboratorio	Ferramentas avanzadas para o deseño e verificación de circuítos dixitais complexos. Deseño e implementación de interfaces con ADC/DAC, interfaces con sensores, módulos de procesado de sinais, bloques de comunicacións e interfaces con memorias.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodoloxía docente	
	Descripción
Lección maxistral	O profesorado expón os contidos teóricos da materia favorecendo a discusión crítica e a participación do estudantado. Como tarefa previa, a documentación de cada sesión estará dispoñible vía Moovi e espérase que o estudantado asista a clase léndoa previamente. Nas sesións maxistrais trabállanse as competencias C9, D7, B10 e C19.
Prácticas de laboratorio	Nas sesións de laboratorio o estudantado aplica os métodos de deseño descritos nas sesións maxistrais. 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 estudantado debe chegar a solucións ben fundamentadas, escollendo os métodos de deseño máis adecuados. Estes proxectos planifícanse e tutorizanse 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	
Metodologías	**Descripción**
Lección maxistral	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
Prácticas de laboratorio	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
Aprendizaxe baseado en proxectos	Planificaranse 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
Pruebas	**Descripción**
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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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 circuítos 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 estudiantes, preferiblemente, no que desenvolverán as habilidades adquiridas durante as sesións maxistrais e as prácticas de laboratorio. Este proxecto representa o 25% da nota final da materia.	25	B10	C3 C6 C8 C9 C19	D7

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 estudantado debe implementar de forma correcta os circuítos 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 estudantado 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 estudantado 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 estudantado 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 estudantado 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
Asignaturas que continúan el temario
Circuitos mixtos analógicos y digitales/10414-76030
Codiseño hardware/software de sistemas empotrados/10414-76031

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Redes integradas				
Asignatura	Redes integradas			
Código	10414-76021			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly			
Departamento	Ingeniería telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Díaz Redondo, Rebeca Pilar			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
B9	Comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
C4	Aplicar metodologías de elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.
C5	Utilizar herramientas propias de dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos.
C6	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.
C16	Implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
C17	Realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo
C18	Resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos
D1	Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
D4	Diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia
D6	Modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

Resultados previstos en la materia				
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Conocer y saber aplicar los métodos unificados contemporáneos de codificación de la 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
				D10

Conocer y saber aplicar en sistemas reales los principios de la teoría de la comunicación y de gestión de interferencias: transmisión no ortogonal y rate splitting	A1 A1 A1 A1 A1	B18 B18 B18 B18 B18 B9 B18 B18 B18	C3 C4 C5 C6 C9 C38 C16 C17 C18	D10 D1 D10 D10 D10 D4 D6 D10 D10 D10
Entender y saber diseñar con ls principios de las redes de comunicación avanzadas: softwarización, virtualización, redes cell-free, desagregación	A1 A1 A1 A1 A1	B18 B18 B18 B18 B18 B9	C3 C4 C38 C5 C6 C38 C9 C16 C17 C18	D10 D1 D10 D10 D4 D10 D10 D6
Conocer y saber construir soluciones con las tecnologías e arquitecturas das redes integradas espacio-tierra	A1 A1 A1 A1 A1	B18 B18 B18 B18 B18 B9	C3 C4 C38 C5 C6 C38 C9 C16 C17 C18	D10 D1 D10 D10 D4 D10 D10 D6

Contenidos	
Tema	
1. Codificación de la información: una visión unificada	Códigos para almacenamiento masivo de datos. Codificación de canle avanzada. Códigos de rede. Cachés codificadas
2. Acceso múltiple y gestión de interferencias	Transmisión no ortogonal. Rate splitting. Sistemas MIMO
3. Acceso múltiple masivo	Principios de acceso URA. Esquemas de codificación
4. Arquitecturas de red avanzadas	Control definido por software. Visualización de redes. Redes cell-free. Desagregación RAN
5. Redes integradas espacio-aire-tierra	Arquitecturas. Modelos de sistema. Caracterización do rendimiento.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	19	38	57
Resolución de problemas	7	10	17
Resolución de problemas de forma autónoma	0	15	15
Prácticas de laboratorio	14	20	34
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	0	0
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Presentación y debate de los contenidos técnicos del curso
Resolución de problemas	Resolución de ejercicios y problemas representativos de los conceptos cubiertos en la materia
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución por escrito de ejercicios propuestos por el profesorado
Prácticas de laboratorio	Desarrollo y construcción de prototípos software de sistemas y redes integradas

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**

Lección magistral	Se ofrecerán tutorías personalizadas para aclarar o profundizar en cualquiera de los contenidos de la asignatura, teóricos o prácticos.
Resolución de problemas	Se ofrecerán tutorías personalizadas para aclarar o profundizar en cualquiera de los contenidos de la asignatura, teóricos o prácticos.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas de laboratorio	(*)Avaliación da novidade, calidade e alcance dos proyectos de programación asignados no curso, e dos Neus informes	40	B9	C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18	D1 D4 D6
Examen de preguntas de desarrollo	(*)Exame escrito de resoluión de exercicios, problemas e cuestiones	40	B9	C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18	D1 D4 D6
Resolución de problemas y/o ejercicios	(*)Avaliación dos exercicios propostos ao longo do curso	20	B9	C3 C4 C5 C6 C9 C16 C17 C18	D1 D4 D6

Otros comentarios sobre la Evaluación

El uso de herramientas de inteligencia artificial generativa para la resolución de tareas no está prohibido, pero se valorará el grado de originalidad y de autoría de las respuestas en la evaluación de los estudiantes.

La segund oportunidad de evaluación tendrá los mismos requisitos y ponderación que la primera oportunidad.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

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

Matteo Berioli, 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 Trees in Networking, 2017

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS

Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones

Asignatura	Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones			
Código	10414-76022			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua 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/			
Descripción general	O obxectivo da materia é que o alumnado adquirá 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 circuítos analóxicos (activos e pasivos) para os mesmos. Como ferramenta de apoio, utilizará un simulador comercial de circuítos. 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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 enxeñería de telecomunicación.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 circuítos para este propósito.	C3 C15 C16 C19 C20	D1

Contidos

Tema	
1. Introdución ao deseño avanzado de circuítos 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. Introdución á Fotónica e Optoelectrónica avanzada.	a. Propiedades ópticas dos semiconductores. 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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
Prácticas con apoio das TIC	Estas prácticas aplican conceptos relativos a os contenidos en tecnologías 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. Describirase 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 incluirán 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

Metodologías	Descripción

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 evaluación 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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 circuítos, 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 evaluación Continua o alumnado resolverá, de forma individual ou en grupos reducidos, problemas propostos de deseño de circuítos, 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

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 circuítos pasivos e/ou activos, usando o simulador de circuítos. Unha destas probas pode implicar realizar e entregar un informe dun deseño de circuíto. 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 obligatorio 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 incluirá 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 incluirá todo o contido da materia, a excepción dos relativos á parte de RF e non terá o apoio do simulador.

É obligatorio 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				
Asignatura	Acondicionadores de señal y sensores			
Código	10414-76023			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	quintans@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	En ACSS se estudian los sensores de medida y sus circuitos electrónicos de acondicionamiento para que las señales generadas puedan ser acopladas a los sistemas de adquisición de datos y a los procesadores digitales de forma adecuada. El objetivo general es que el alumnado realice un sistema de medida completo, desde el sensor hasta la interfaz de usuario. Esta asignatura tiene un enfoque eminentemente práctico, manteniendo un equilibrio entre la adquisición de nuevos conocimientos y su aplicación en la solución de problemas reales. Es una asignatura que amplía los conocimientos, competencias y habilidades que el alumnado ha adquirido en los estudios de grado sobre circuitos analógicos y sensores. Introduce al alumnado en el campo de la metrología y presenta los sensores y sus circuitos de acondicionamiento desde una perspectiva del ingeniero de telecomunicación. Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
C19	Utilizar dispositivos lógicos programables, así como diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
C21	Desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores
C28	Construir un sistema de medida de una variable física desde el transductor hasta la interfaz de usuario, incluyendo conocimientos de metrología, de topologías básicas de acondicionamiento de señal y de software de instrumentación.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Utilizar dispositivos lógicos programables, así como diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.	C19
Desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores	C21
Construir un sistema de medida de una variable física desde el transductor hasta la interfaz de usuario, incluyendo conocimientos de metrología, de topologías básicas de acondicionamiento de señal y de software de instrumentación.	C28

Contenidos	
Tema	
TEMA 1. Introducción a los sistemas de medida.	Etapas de los sistemas de medida. Características de los sensores.
TEMA 2. Errores e incertidumbres de medida.	Introducción al cálculo de incertidumbres. Errores e incertidumbre asociada a la curva de calibración.
TEMA 3. Sensores resistivos y su acondicionamiento.	PT100, NTC, Galgas. Puentes de medida pasivos. Amplificador de instrumentación.
TEMA 4. Sensores y acondicionadores en continua.	Puentes activos en continua. Acondicionador para un sensor de efecto Hall. Amplificador de aislamiento.
TEMA 5. Filtrado en los sistemas de medida.	Funcionalidades. Filtros activos.

TEMA 6. Convertidores ac/dc y filtros demoduladores.	Rectificador de precisión sin signo. Rectificador de precisión con signo: rectificador síncrono. Demodulador de fase. Convertidor frecuencia/tensión. Filtro demodulador.
TEMA 7. Sensores y circuitos básicos de acondicionamiento en ac.	Divisor de voltaje: acondicionador para un sensor de posición inductivo. Amplificador de alterna: acondicionador para un sensor de nivel de líquido, acondicionador para un sensor de posición capacitivo, acondicionador par un sensor inductivo.
TEMA 8. Acondicionadores en ac avanzados.	Puente activo en ac. Amplificador de bloqueo.
TEMA 9. Acondicionadores para sensores generadores.	Acondicionamiento para sensores electromagnéticos. Acondicionador para un fotodiodo. Acondicionador para un termopar.
Prácticas de laboratorio.	Proyecto 1. Sistema de medida en continua Práctica 1. Caracterización de un puente de galgas extensiométricas. Práctica 2. Acondicionamiento de un puente de galgas. Amplificación y filtrado. Práctica 3. Adquisición de datos y programación de un instrumento virtual. Práctica 4. Ajustes y pruebas del sistema de medida en continua. Proyecto 2. Sistema de medida en alterna Práctica 5. Convertidor F/V. Práctica 6. Puente activo en alterna. Práctica 7. Estudio de un sensor de medida en alterna. Práctica 8. Acondicionamiento en alterna. Práctica 9. Programación en lenguaje C de un sistema de adquisición de datos. Práctica 10. Ajustes y pruebas del sistema de medida en continua.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	2	3
Lección magistral	13	26	39
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas de laboratorio	18	10	28
Aprendizaje basado en proyectos	3	1	4
Examen de preguntas de desarrollo	2	10	12
Examen de preguntas objetivas	1	6	7
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	10	10
Práctica de laboratorio	0	10	10

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

Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la asignatura.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el/la estudiante tiene que desarrollar. Se trabajan las competencias C19, C21 y C28.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral. Se trabajan las competencias C19, C21 y C28.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc). Se trabajan las competencias C19, C21 y C28.
Aprendizaje basado en proyectos	Realización de actividades que permiten la cooperación de varias asignaturas y enfrentan a los alumnos/as, trabajando en equipo, a problemas abiertos. Permiten entrenar, entre otras, las capacidades de aprendizaje en cooperación, de liderazgo, de organización, de comunicación y de fortalecimiento de las relaciones personales. Se trabajan las competencias C19, C21 y C28.

Atención personalizada

Metodologías	**Descripción**

Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre el estudio de los conceptos teóricos y los ejercicios. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi.
Resolución de problemas	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre la resolución de los problemas. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho del profesor en el horario que se publique al principio del curso en su perfil personal accesible en Moovi.
Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del alumnado sobre la preparación de las prácticas de laboratorio y sobre la realización de los informes de resultados. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho o en el laboratorio en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi.
Aprendizaje basado en proyectos	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del alumnado sobre la preparación de los proyectos a realizar en el laboratorio. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho o en el laboratorio en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. El alumnado debe desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa.	25	C19 C21 C28
Examen de preguntas objetivas	Pruebas que avalúan el conocimiento que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos, etc.). Los alumnos/as seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades.	15	C19 C21 C28
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba en la que el alumnado debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el equipo docente. De esta forma, el alumnado debe aplicar los conocimientos adquiridos.	10	C19 C21 C28
Práctica de laboratorio	Prácticas de ejecución de tareas reales o simuladas. Son pruebas en las que se evaluará el desempeño del alumnado sobre la base de los conocimientos mostrados, el comportamiento, organización y planificación durante la práctica, reflexión sobre los resultados obtenidos, y elaboración de un informe en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. El alumnado debe describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.	50	C19 C21 C28

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Oportunidad ordinaria

1.1. Evaluación continua: está formada por las tres partes siguientes con sus respectivos pesos:

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

- Desarrollo de las prácticas (25%).
- Informe de las prácticas de laboratorio (25%).

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

- Examen de preguntas de desarrollo (25%).
- Examen de preguntas objetivas (15%).

Parte 3.- Resolución de problemas y/o ejercicios (10%).
La nota final, la cual se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, es la suma de las notas de cada parte si se cumplen las siguientes condiciones:

- Condición 1.- Realizar un mínimo del 80% de las prácticas de laboratorio.
- Condición 2.-Obtener una puntuación mínima del 40% en la evaluación de laboratorio (parte 1), en los exámenes (parte 2) y en la resolución de problemas y/o ejercicios (parte 3).

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, la nota final será la suma de las notas de cada parte o 4 puntos sobre 10, en caso de que dicha suma sea superior o igual a 5 puntos.

El alumnado que opte por evaluación continua y que no haya alcanzado la nota mínima en alguno de los exámenes, puede recuperar en el examen final de la evaluación global de la oportunidad ordinaria o de la extraordinaria. En el caso de los informes de prácticas y resolución de problemas y/o ejercicios, si no se alcanzó la nota mínima, el plazo para presentar las mejoras propuestas por el equipo docente es la fecha del examen final de la oportunidad ordinaria o de la extraordinaria.
Para aprobar, los alumnos deben obtener una puntuación total igual o superior al 50% de la nota máxima (5 puntos).
Si transcurrido el primer mes de actividad académica y después de realizar el primer examen parcial, el alumnado no renuncia expresamente a la evaluación continua, se considerará que es el método de evaluación que ha elegido.

1.2. Evaluación global

El alumnado que no optase por la evaluación continua o que no realizase, por lo menos, el 80% de las prácticas, se puede presentar a un examen final.
El examen final consiste en una prueba práctica y en una teórica, cada una correspondiente al 50% de la nota total. Para aprobar se debe obtener un mínimo del 40% en cada parte y sumar en total, como mínimo, 5 puntos.
Si la suma total es igual o superior a 5 puntos, pero no se ha alcanzado el mínimo en ambas partes, la nota final será de 4 puntos.
El alumnado que no haya optado por evaluación continua y no se presente al examen final tendrá la calificación de No Presentado.

2. Oportunidad extraordinaria

En la oportunidad extraordinaria la evaluación es como la descrita en la evaluación global para los alumnos que no optasen por evaluación continua.

Fuentes 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 Accretitation (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

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Ciberseguridad				
Asignatura	Ciberseguridad			
Código	10414-76024			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición				
Departamento	Ingeniería 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			
Descripción general	Se trata de una materia básica que trata los aspectos básicos de la ciberseguridad en las organizaciones y empresas y los conceptos fundamentales de ciberseguridad, seguridad de la información y seguridad en la red. De un modo más concreto, los contenidos abarcan el modelado de ciberataques, la gestión de vulnerabilidades, la gestión y respuesta de ciberincidentes y la ciberinteligencia aplicada en este ámbito.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
C1	Manejar las herramientas necesarias para dirigir obras e instalaciones de sistemas de telecomunicación, cumpliendo la normativa vigente, asegurando la calidad del Servicio.
C2	Manejar las herramientas necesarias para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares
C3	Realizar modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
C4	Aplicar metodologías de elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.
C17	Realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo
C32	Comprender, diseñar, configurar, gestionar, mantener, diagnosticar, solucionar problemas e implantar políticas de seguridad en una red corporativa (equipos, protocolos y servicios).
D6	Modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Conocer y comprender todos los conceptos fundametales relacionados con la ciberseguridad: vulnerabilidades, malware, modelos y técnicas de ciberataque	C32	D6
Comprender los conceptos relacionados con las vulnerabilidades y manejar las herramientas necesarias para su gestión	C1 C3 C4 C17 C32	D6
Conocer y gestionar los procedimientos y herramientas relacionados con las operaciones de ciberdefensa en un SOC (Security Operations Center) y con la gestión de incidentes de ciberseguridad	C1 C2 C4 C17 C32	D6
Conocer, comprender y manejar los fundamentos, técnicas y metodologías esenciales para la obtención, análisis y producción de inteligencia de ciberamenazas, con un enfoque adaptado a los requisitos operativos y estratégicos de la ciberdefensa	C1 C2 C4 C17 C32	D6

Contenidos
Tema

1. Conceptos fundamentales de ciberseguridad	a) Confidencialidad, integridad y disponibilidad b) Vulnerabilidades, actores, APTs, ciberamenazas y vectores de ataque. c) Malware. Exploits. d) Introducción a los modelos de ciberataques: Cyber Kill Chain y MITRE e) Técnicas de ciberataque
2. Gestión de vulnerabilidades	a) Fuentes de Publicación de Vulnerabilidades. NVD (NIST) b) Indicadores CVSS y EPSS c) Identificación y Análisis de Vulnerabilidades
3. Operaciones 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 de la 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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	24	42	66
Prácticas con apoyo de las TIC	8	16	24
Resolución de problemas	6	12	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	13	13
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Examen de preguntas objetivas	2	0	2

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de las ideas, conceptos, técnicas y algoritmos de cada una de las unidades temáticas del curso. Con esta metodología se trabajarán todos los RA de la materia
Prácticas con apoyo de las TIC	Prácticas de manejo de algunas de las herramientas más habitualmente usadas en el ámbito de la ciberseguridad, a partir de los conocimientos vistos en las clases magistrales. Con esta metodología se trabajarán todos los RA de la materia
Resolución de problemas	Resolución en el aula por parte del profesor de problemas relacionados con la materia. Con esta metodología se trabajarán todos los RA de la materia
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de problemas, prácticas y test autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizados por el alumnado de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. Estas actividades tienen un peso global conjunto del 20% en el caso de evaluación continua. Con esta metodología se trabajarán todos los RA de la materia

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría al profesorado de la materia mediante mensajería o correo electrónico. Con esta metodología se trabajan todas las competencias
Prácticas con apoyo de las TIC	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría al profesorado de la materia mediante mensajería o correo electrónico. Con esta metodología se trabajan todas las competencias
Resolución de problemas	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría al profesorado de la materia mediante mensajería o correo electrónico

Resolución de problemas de forma autónoma	En el caso de las tareas online se proporcionará en el aula virtual la solución detallada de todas las tareas. En el caso de tests de autoevaluación, los tests serán confeccionados para facilitar la idónea realimentación al alumno en las preguntas falladas. En cualquiera caso, puede asistirse igualmente a la atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría al profesorado de la materia mediante mensajería o correo electrónico. Con esta metodología se trabajan todas las competencias

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Resolución de problemas de forma autónoma	A lo largo del bimestre se plantean tareas y tests autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizadas por los alumnos de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. Estas tareas tienen un peso global conjunto del 20%	20	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final que cubre toda la materia. Supone un peso del 40% pero se exige una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 para superar la materia	40	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6
Examen de preguntas objetivas	Durante el curso se realizarán dos pruebas de tipo test, de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia. Cada prueba de control tiene un peso del 20%.	40	C1 C2 C3 C4 C17 C32	D6

Otros comentarios sobre la Evaluación

La Nota Final de la materia se calcula como la media ponderada de las calificaciones de cada apartado si la nota del Examen Final es mayor o igual que 4. Si fuese inferior, la Nota Final será el mínimo entre 4,9 y la media ponderada anterior.

Se considera que opta por Evaluación Continua (EC) aquel alumno que se presenta a la primera prueba intermedia de control de seguimiento. En caso contrario, se considera que opta por Evaluación Global (EG).

La **Evaluación Global (EG)** consisitirá en la realización del mismo Examen Final y la nota será la obtenida en dicho examen.

Oportunidad Extraordinaria

En el mes de Junio/Julio habrá un nuevo Examen Final en las fechas oficialmente establecidas que sólo podrá ser hecho por los alumnos que no hayan superado la materia en la oportunidad ordinaria.

Aquellos alumnos que hayan suspendido en la oportunidad ordinaria yendo por Evaluación Continua y deseen renunciar a ella para escoger la Evaluación Gobal, tendrán que solicitarlo por escrito al coordinador de la materia antes de la fecha de revisión del examen final de la oportunidad ordinaria.

Otras consideraciones

Se consideran presentados a la materia todos los alumnos que se presenten a alguno de los dos exámenes finales.
Las calificaciones de todas exámenes, tareas, prácticas y actividades no presenciales sólo tendrán efectos en el curso académico en el que se propongan.

La plataforma de aula virtual cuenta con herramientas para detectar posibles comportamientos anómalos y deshonestos en los tests de autoevauación (tests realizados entre varias personas, respuestas conocidas de antemano, etc.), así como para detectar posibles plagios en trabajos escritos o en programas software.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas/exámenes/test realizados, incluidas las actividades no presenciales entregadas o realizadas en el aula virtual, la calificación final de la materia será de Suspenso (0) y los profesores comunicarán a la Dirección de la Escuela el asunto para que tome las medidas oportunas.

Ante cualquier contradicción que se haya podido dar entre las distintas versiones de la guía, debido a algún error en la traducción, la versión que prevalecerá es la versión en lengua gallega.

Fuentes 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, Udima, 2022

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

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Distribución de contenidos multimedia				
Asignatura	Distribución de contenidos multimedia			
Código	10414-76025			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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/			
Descripción general	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 mulitidisciplinares, 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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodoloxía docente	
	Descripción
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	
Metodologías	**Descripción**
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					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 nalgunha 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				
Asignatura	Laboratorio de Redes Móviles			
Código	10414-76026			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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/			
Descripción general	A materia "Laboratorio de Redes Móbiles" 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 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	
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 mulitidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
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
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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
Lección maxistral	O alumnado deberá estudar os principais contidos teóricos relacionados coas redes móbiles. Con esta metodoloxía contribuirase 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 traballaranse as competencias B5, B6, C6, C9, C17, C18, D2, D4 E D6.
Prácticas de laboratorio	

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Lección maxistral	Realizarase 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	

Otros comentarios sobre la Evaluación

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:

nota = x^0.4 × y^0.2 × 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 "suspenso (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				
Asignatura	Antenas			
Código	10414-76027			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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				
Descripción general	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 Enxeñería 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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 de Formación y Aprendizaje
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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodoloxía docente	
	Descripción
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. Competencies A2, A4, B4, C2.

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
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 Faitic.

Avaliación			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
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	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Ofrecerase 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 repetirllas.
- 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 avaliables (EC) será válida tan só para o curso académico no que se realicen.
- Se establece un plazo 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 indicarase 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 considerarase 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 Electromagnetcis**, 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.Elliot, **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

Asignaturas que continúan el temario

Comunicacións Móbiles e sen Fíos/V05M145V01313
Satélites/V05M145V01311
Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Laboratorio de Radio/V05M145V01209

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Radio/V05M145V01103

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Comunicaciones ópticas				
Asignatura	Comunicaciones ópticas			
Código	10414-76028			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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			
Descripción general	Revísanse, 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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 mulitidisciplinares, 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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 tecnoloxias fotónicas para comunicacións cuánticas, particularmente para a distribución cuántica de chaves.		C3 C6 C20

Contidos	
Tema	
1. Dispositivos fotónicos para comunicacións ópticas	1.1. Introdución 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. Introdución 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 chaves.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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

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

Metodoloxía docente

	Descripción
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

Metodologías	**Descripción**
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
Pruebas	**Descripción**
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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
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

Otros comentarios sobre la Evaluación

Avaliación en oportunidade ordinaria:

Ofrecerase 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 indíquelle 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 obrigación 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

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Electrónica y fotónica avanzadas para comunicaciones/10414-76022

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Laboratorio de radio				
Asignatura	Laboratorio de radio			
Código	10414-76029			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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			
Descripción general	*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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería 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 de Formación y Aprendizaje
* 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: 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 guiaonda · Medida de antenas: diagramas, ganancia e axusto electromagnético. · Medida de elementos comúns de microondas: circuladores, 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)	Todas estas tarefas realizaranse como practicas en Laboratorio, usando el instrumental disponible en la Escuela.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodoloxía docente	
	Descripción
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 circuítos e sistemas de telecomunicación. Empregando instrumental especializado. En grupo. A1, A2, B8, C2, C3, C5, C13.

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**

Prácticas de laboratorio	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorias 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 tutorias 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.

Pruebas	**Descripción**
Resolución de problemas e/ou exercicios	Poderanse solucionar dúbidas nas tutorias 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 tutorias 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

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
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

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 comunicarase 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

Asignaturas que continúan el temario

Comunicacións Móbiles e sen Fíos/V05M145V01313
Satélites/V05M145V01311
Sistemas de Radio en Banda Larga/V05M145V01312

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Antenas/V05M145V01208
Comunicacións ópticas/V05M145V01207
Electrónica e Fotónica para Comunicacións/V05M145V01202

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Radio/V05M145V01103
Tratamento de Sinal en Comunicacións/V05M145V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS

Circuitos mixtos analógicos y digitales

Asignatura	Circuitos mixtos analógicos y digitales			
Código	10414-76030			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo			
Profesorado	Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	quintans@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	La mayoría de los sistemas electrónicos combinan circuitos analógicos y digitales. Por ello, además de estudiarlos por separado, es necesario considerarlos en su conjunto y conocer sus características particulares. En esta materia se introducen los circuitos mixtos desde distintas perspectivas, y se trabajan tanto a nivel teórico como práctico. Los contenidos que se imparten combinan la teoría de los sistemas continuos y discretos, y de los circuitos analógicos y digitales, en el marco de aplicaciones afines al currículo de la electrónica de telecomunicaciones (convertidores de formato, moduladores, filtros, síntesis de señal, etc.). Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
B6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
B10	Conocer los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
C3	Realizar modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
C6	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
C19	Utilizar dispositivos lógicos programables, así como diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
C21	Desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer y comprender las bases de los circuitos mixtos para obtener aplicaciones nuevas que combinen distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas más complejos.	B6
Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando las bases matemáticas de los sistemas analógicos continuos y de los sistemas discretos.	C3
Saber combinar distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas complejos que incluyen circuitos analógicos y digitales.	C6
Conocer las características de los lenguajes de descripción de circuitos electrónicos mixtos analógicos y digitales. Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando los lenguajes de descripción hardware.	B10
Saber combinar distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas complejos que incluyen circuitos analógicos y digitales. Saber diseñar circuitos de acoplamiento de señales analógicas a procesadores digitales de forma eficiente. Así como señales de salida provenientes de procesadores digitales a sistemas analógicos.	C19
Saber diseñar moduladores y filtros digitales específicos para el muestreo y reconstrucción de señales. Saber utilizar técnicas de modulación para el acondicionamiento de sensores y para la generación de señales para actuadores eléctricos.	C21

Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción a los circuitos electrónicos mixtos analógicos y digitales.	Características de los circuitos mixtos. Modelado, simulación y aplicaciones de los circuitos mixtos.
Tema 2: Introducción al modelado y simulación de los circuitos electrónicos mixtos analógicos y digitales.	Introducción a los lenguajes de descripción hardware para circuitos mixtos analógicos/digitales. Ejemplos basados en PSPICE y VHDL-AMS.
Tema 3: Técnicas de sobremuestreo para procesado de señales.	Técnicas de sobremuestreo. Ganancia de resolución. Modificación del espectro del ruido de cuantificación. Modulador de primer orden. Técnicas de modelado, simulación y test de moduladores sigma-delta.
Tema 4: Moduladores sigma-delta ADC.	Diseño de moduladores sigma-delta con distintas topologías. Parámetros de funcionamiento. Moduladores paso-bajo, paso-banda y multietapa.
Tema 5: Moduladores sigma-delta DAC.	Modelado a nivel de sistema y de descripción en VHDL de moduladores DAC de primer y segundo orden.
Tema 6: Implementación hardware de filtros diezmadores.	Síntesis en VHDL de filtros digitales. Filtros de promediado y diezmado. Filtro ecualizador.
Tema 7: Introducción a los circuitos convertidores A/D multietapa.	Circuitos analógicos convertidores A/D segmentados. Etapas básicas, de sincronización y de alineación. Métodos de test.
Tema 8: Implementación hardware de circuitos para síntesis digital directa de señal	Métodos de síntesis digital de señales analógicas. Síntesis directa. Modelado mediante lenguajes de descripción hardware de sintetizadores digitales de señales analógicas.
Tema 9: Implementación hardware de filtros IIR.	Implementación hardware de funciones de transferencia en z para filtros paso-bajo y para síntesis de señales.
Prácticas de laboratorio	1.- Modelado y simulación con VHDL-AMS de un circuito mixto. 2.- Modelado y simulación con PSPICE de un circuito mixto. 3.- Montaje de un modulador ADC Sigma-Delta. 4.- Test y análisis de un modulador ADC Sigma-Delta. 5.- Implementación y prueba de moduladores Sigma-Delta DAC. 6.- Configuración de filtros de diezmado en FPGA. 7.- Configuración de circuitos DDS en una FPGA. 8.- Configuración en una FPGA de un circuito sintetizador basado en filtro IIR.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	0.5	1	1.5
Lección magistral	13.5	20	33.5
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas de laboratorio	19	12	31
Práctica de laboratorio	2	10	12
Examen de preguntas de desarrollo	1.5	8	9.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	1.5	8	9.5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	16	16

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

Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la materia.
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el alumnado tiene que desarrollar. Se trabajan las competencias B6, B10, C3, C6, C19 y C21.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones correctas mediante la ejercitación de rutinas, y aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se trabajan las competencias B6, B10, C3, C6, C19 y C21.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos y situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales, relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en el laboratorio con con equipamiento especializado. Se trabajan las competencias B6, B10, C3, C6, C19 y C21. Software utilizado: OrCAD PSpice, Excel, Matlab, Vivado, PARTQUEST.

Atención personalizada

Metodologías	**Descripción**

Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre el estudio de los conceptos teóricos y los ejercicios. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del alumnado sobre la preparación de las prácticas de laboratorio. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho o en el laboratorio en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Resolución de problemas	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre la resolución de los problemas. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho del profesor en el horario que se publique al principio del curso en su perfil personal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).
Pruebas	**Descripción**
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre el estudio de los conceptos teóricos y los ejercicios. Las tutorías personalizadas se harán en el despacho en el horario que se publique al principio del curso en el perfil personal accesible en Moovi (https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11317).

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Práctica de laboratorio	Prácticas de ejecución de tareas reales o simuladas. Son pruebas en las que se evaluará el desempeño del alumnado sobre la base de los conocimientos mostrados, el comportamiento, organización y planificación durante la práctica, reflexión sobre los resultados obtenidos, etc.	30	B10	C6 C19 C21
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. El alumnado debe desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa.	25	B10	C3 C6 C19 C21
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba en la que el alumnado debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el equipo docente. De esta forma, el alumnado debe aplicar los conocimientos adquiridos.	25	B6 B10	C3 C6 C19 C21
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Elaboración de un informe en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. El alumnado debe describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.	20	B10	C6 C19

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Oportunidad ordinaria

1.1. Evaluación continua

La evaluación continua está formada por las dos partes siguientes con sus respectivos pesos:

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

- Desarrollo de las prácticas: seguimiento (15%) más la prueba práctica (15%).
- Informe de las prácticas de laboratorio (20%).

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

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

La nota final, la cual se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, es la suma de las notas de cada parte si se cumplen las siguientes condiciones:

- Condición 1.- Realizar un mínimo del 80% de las prácticas de laboratorio.
- Condición 2.- Obtener una puntuación mínima del 40% en la evaluación de laboratorio (parte 1) y en los exámenes (parte 2).

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, la nota final será la suma de las notas de cada parte o 4 puntos sobre 10, en caso de que dicha suma sea superior o igual a 5 puntos.

El alumnado que opte por evaluación continua y que no haya alcanzado la nota mínima en alguna parte puede recuperarla en el examen final de la oportunidad ordinaria o de la extraordinaria. En el caso del informe de prácticas, si no se alcanzó la nota mínima, el plazo para presentar las mejoras propuestas por el equipo docente es la fecha del examen final de la oportunidad ordinaria o a de la extraordinaria.

Para aprobar, los alumnos deben obtener una puntuación total igual o superior al 50% de la nota máxima (5 puntos).

La prueba práctica se realizará en una de las últimas sesiones de laboratorio. Las pruebas de preguntas de desarrollo y de problemas se dividirán en dos sesiones repartidas a lo largo del período de docencia de la materia.

Si transcurrido el primer mes de actividad académica y después de realizar el primer examen parcial, el alumnado no renuncia expresamente a la evaluación continua, se considerará que es el método de evaluación que ha elegido.

1.2. Evaluación global

El alumnado que no opte por la evaluación continua o que no realizase, por lo menos, el 80% de las prácticas, se puede presentar a un examen final.
El examen final consiste en una prueba práctica y en una teórica, cada una correspondiente al 50% de la nota total. Para aprobar se debe obtener un mínimo del 40% en cada parte y sumar en total, como mínimo, 5 puntos. Si la suma total es igual o superior a 5 puntos, pero no se ha alcanzado el mínimo en ambas partes, la nota final será de 4 puntos.
El alumnado que no haya optado por evaluación continua y no se presente al examen final tendrá la calificación de No Presentado.

2. Oportunidad extraordinaria

En la oportunidad extraordinaria la evaluación es como la descrita en la evaluación global.

Integridad académica

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas (pruebas cortas, exámenes parciales o examen final), la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

C. Quintáns et al, **Methodology and Resources for the Practical Teaching of Mixed Analog-Digital Circuits**, 10.1109/TAEE59541.2024.10604888, 1, IEEE, 2024

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

U. Meyer-Base, **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

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Acondicionadores de señal y sensores/10414-76023

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Sistemas electrónicos digitales avanzados/10414-76020

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Codiseño hardware/software de sistemas empotrados				
Asignatura	Codiseño hardware/software de sistemas empotrados			
Código	10414-76031			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Profesorado	Poza González, Francisco			
Correo-e	jalvarez@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	Parte de la asignatura puede impartirse y evaluarse en inglés. La documentación de la materia se encuentra en inglés. Los objetivos que se persiguen con esta asignatura son: - Conocer los métodos de codiseño de aplicaciones basadas en microprocesadores empotrados en FPGAs. - Conocer los microprocesadores que se pueden implementar en las FPGAs comerciales. - Manejar las herramientas "software" necesarias para el desarrollo de aplicaciones empotradas mediante FPGAs. - Diseñar periféricos de aplicación específica y su conexión a los buses de los microprocesadores empotrados. - Realizar sistemas digitales de aplicación real con microprocesadores empotrados en FPGAs.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
B10	Conocer los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
C6	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.
C19	Utilizar dispositivos lógicos programables, así como diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
D1	Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocer los métodos de codiseño de aplicaciones basadas en microprocesadores empotrados en FPGAs.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Conocer los microprocesadores que se pueden implementar en las FPGAs comerciales.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Manejar las herramientas software necesarias para el desarrollo de aplicaciones empotradas mediante FPGAs.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C19	D10
Diseñar periféricos de aplicación específica y su conexión a los buses de los microprocesadores empotrados.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C6 C19	D1 D10

Realizar sistemas digitales de aplicación real con microprocesadores empotrados en FPGAs.	B18 B18 B10 B18	C38 C38 C6 C9 C19	D1 D10

Contenidos

Tema	
TEMA 1 TEORÍA. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE SISTEMAS EMPOTRADOS.	1.1. Introducción. 1.2. Sistemas en un Circuito Programable (PSOC). 1.3. Codiseño "hardware"/"software". Fases del codiseño. 1.4. Introducción a la familia de circuitos SOC Zynq de Xilinx. 1.5. Herramientas Vivado y SDK de Xilinx para codiseño de sistemas empotrados.
TEMA 2 TEORÍA. MICROPROCESADOR DE LOS SOCs DE LA FAMILIA ZYNQ DE XILINX.	2.1. Procesador ARM de la familia de circuitos SOC Zynq (Zynq Processing System (PS)). 2.2. Periféricos del procesador de la familia de circuitos SOC Zynq 2.3. Reloj, reset y depuración del procesador. 2.4. Interfaz AXI.
TEMA 3 TEORÍA. FPGA DE LOS SOCs DE LA FAMILIA ZYNQ DE XILINX.	3.1. Introducción a la serie 7 de FPGAs de Xilinx. 3.1.1. Recursos lógicos. 3.1.2. Recursos de entrada/salida. 3.1.3. Recursos de memoria y de procesado de señal. 3.1.4. Convertidor analógico/digital. 3.1.5. Recursos de reloj.
TEMA 4 TEORÍA. CONEXIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	4.1.- Introducción. 4.2.- Interfaz para periféricos básicos. GPIO. 4.3.- Interfaz para periféricos avanzados. IPIF. 4.4.- Interfaz para coprocesadores de usuario.
TEMA 5 TEORÍA. DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	5.1.- Introducción. 5.2.- Estructura de las rutinas de manejo de periféricos. 5.3.- Manejo de interrupciones. 5.4.- Depuración del programa.
TEMA 6 TEORÍA. PARTICIONADO "HARDWARE / SOFTWARE".	6.1.- Introducción. 6.2.- Ejemplos de codiseño "hardware / software". 6.3.- Reparto de funciones entre "hardware y "software". 6.4.- Análisis de prestaciones ("profiling") software.
TEMA 7 TEORÍA. TRABAJO DE ANÁLISIS DE SISTEMAS EMPOTRADOS.	7.1. Diseño de una rutina software para realizar la función asignada. 7.2. Diseño de un periférico hardware (coprocesador) para realizar la función asignada. 7.3. Análisis de prestaciones de la rutina software y del periférico hardware. Comparación de resultados.
TEMA 8 TEORÍA. INTERRUPCIONES EN EL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	8.1. Introducción. 8.2. Manejo de interrupciones. 8.3. Controlador de Interrupciones Genérico. 8.4. Rutina de Atención de Interrupciones.
TEMA 1 LABORATORIO. ENTORNO VIVADO DE XILINX PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS EMPOTRADOS.	1.1. Introducción. 1.2. Entorno Vivado de Xilinx. 1.3. Realización de ejemplos básicos de sistemas empotrados. 1.3.1. Adición de periféricos predefinidos ("IP cores"). 1.4. Implementación de los sistemas desarrollados en placas de evaluación de Digilent.
TEMA 2 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS BÁSICOS.	2.1. Introducción. 2.2. Desarrollo de periféricos de usuario básicos. GPIO.
TEMA 3 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AVANZADOS.	3.1. Introducción. 3.2. Desarrollo de periféricos de usuario avanzados ("Custom IP").
TEMA 4 LABORATORIO. ENTORNO VITIS DE XILINX PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE DE SISTEMAS EMPOTRADOS.	4.1. Introducción. 4.2. Entorno "Vitis IDE" de Xilinx para el diseño de software. 4.3. Realización de ejemplos básicos.
TEMA 5 LABORATORIO. DEPURACIÓN SOFTWARE DE APLICACIONES EMPOTRADAS.	5.1. Introducción. 5.2. Depuración de software en los sistemas empotrados mediante el depurador "GNU debugger" desde SDK.
TEMA 6 LABORATORIO. VERIFICACIÓN HARDWARE DE APLICACIONES EMPOTRADAS.	6.1. Introducción. 6.2. Verificación de hardware en los sistemas empotrados mediante el analizador hardware de Vivado.

TEMA 7 LABORATORIO. TRABAJO DE DISEÑO DE APLICACIONES BASADAS EN EL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX.	7.1. Diseño y prueba de la aplicación asignada. 7.1.1. Diseño de los periféricos de hardware necesarios. 7.1.2. Diseño del programa software para la aplicación. 7.1.3. Diseño y prueba del sistema empotrado completo.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	5	15
Resolución de problemas	5	5	10
Resolución de problemas	6	12	18
Prácticas de laboratorio	6	16	22
Trabajo tutelado	14	40	54
Presentación	1	5	6

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los principales contenidos teóricos de la materia con ayuda de medios audiovisuales. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10 y C19.
Resolución de problemas	Aprendizaje basada en problemas (ABP): Resolución de problemas de diseño de circuitos sintetizables en VHDL y programas en C propuestos por el profesor. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Resolución de problemas	Aprendizaje basada en problemas (ABP): Se propone a los alumnos la realización de una rutina software y de un periférico hardware de un sistema empotrado para resolver un problema planteado por el profesor mediante la planificación, diseño y realización de las actividades necesarias. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Prácticas de laboratorio	En estas prácticas se planteará el desarrollo de prácticas guiadas de realización de circuitos y programas. Software utilizado: Vivado Design Suite de Xilinx. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Trabajo tutelado	Enseñanza basada en proyectos de aprendizaje: Se propone a los alumnos la realización de un proyecto de diseño de un sistema empotrado para resolver un problema planteado por el profesor mediante la planificación, diseño y realización de las actividades necesarias. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10, C6, C9, C19 y D1.
Presentación	Exposición de los resultados del proyecto realizado. Con esta metodología se desarrollan las competencias B10, C9 y C19.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En las clases se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que se puede consultar a través de la Secretaría Virtual o en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Prácticas de laboratorio	En las clases se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que se puede consultar a través de la Secretaría Virtual o en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Resolución de problemas	En las clases se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que se puede consultar a través de la Secretaría Virtual o en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300
Trabajo tutelado	En las clases se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que se puede consultar a través de la Secretaría Virtual o en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300

Resolución de problemas	En las clases se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que se puede consultar a través de la Secretaría Virtual o en https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11300

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas	Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas teóricos. Se evaluará la correcta aplicación de los conceptos teóricos a los problemas realizados, de acuerdo a los criterios de valoración.	10	B10	C6 C9 C19	D1
Resolución de problemas	Aprendizaje basado en problemas. Diseño de una rutina software y un periférico hardware para realizar la función asignada. Comparación de las prestaciones de ambos, en términos de tiempo de ejecución y recursos lógicos utilizados. Será necesario entregar los ficheros fuente del trabajo realizado. Se evaluará el funcionamiento del sistema realizado y la correcta aplicación de los conceptos teóricos al diseño del sistema, de acuerdo a los criterios de valoración. Será necesario entregar un informe explicando el trabajo realizado.	15	B10	C6 C9 C19	D1
Prácticas de laboratorio	Se evaluará el correcto funcionamiento de los circuitos y programas realizados en las sesiones de prácticas correspondientes a los temas 1 a 7 de laboratorio de acuerdo a los criterios de valoración. Será necesario enseñar al profesor el correcto funcionamiento de cada uno de los circuitos y programas.	25	B10	C6 C9 C19	D1
Trabajo tutelado	Aprendizaje basado en proyectos. Trabajo autónomo de diseño de un sistema empotrado completo con varios periféricos. Será necesario entregar los ficheros fuente del trabajo realizado. Se evaluará el funcionamiento del sistema digital realizado y la correcta aplicación de los conceptos teóricos al diseño del sistema digital, de acuerdo a los criterios de valoración.	40	B10	C6 C9 C19	D1
Presentación	Será necesario realizar una presentación oral de máximo 15 minutos sobre el trabajo tutelado realizado, según el índice suministrado por el profesor.	10	B10	C9 C19	

Otros comentarios sobre la Evaluación

La calificación final se expresará de forma numérica entre 0 y 10, según la legislación vigente (Real Decreto 1125/2003 de 5 de Septiembre; BOE 18 de septiembre).

Siguiendo las directrices propias de la titulación se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación global. Los alumnos deben elegir al inicio de la asignatura si desean seguir la evaluación continua o prefieren presentarse a la evaluación global al final del cuatrimestre. Los alumnos que opten por evaluación global deberán comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura en el plazo de un mes desde el inicio del cuatrimestre.

EVALUACIÓN CONTINUA EN OPORTUNIDAD ORDINARIA

Los alumnos que opten por evaluación continua, pero no aprueben la asignatura mediante esta modalidad, deberán realizar la evaluación global en la oportunidad extraordinaria.

Las distintas tareas deben entregarse en la fecha especificada por el profesor. Si no es así, no serán calificadas para la evaluación continua.

Si el número de alumnos lo permite, los alumnos realizarán los ejercicios teóricos, las prácticas de laboratorio y los trabajos de laboratorio preferentemente de forma individual. En caso de realizarlos en grupos de dos alumnos la calificación será la misma para ambos.

Si se sigue la asignatura de forma continua, se puede faltar como máximo a 2 sesiones de cualquier tipo. Si se ha faltado a más de 2 sesiones, será obligatorio realizar un trabajo individual adicional o un examen.

EVALUACIÓN GLOBAL (oportunidad ordinaria y extraordinaria) Y CONVOCATORIA DE FIN DE CARRERA

El estudiantado que opte por la evaluación global o la convocatoria fin de carrera, deberá realizar todas las tareas teóricas y

prácticas y los trabajos individualmente.

La entrega de las tareas para la evaluación global debe realizarse antes de la fecha oficial del examen establecida por el centro.

CALIFICACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA

1) Prácticas de laboratorio (PL).

Cada práctica se puntuará sobre 10. Luego se ponderará su influencia en la nota total de la asignatura en función del número de horas asignado a cada tema práctico. Es decir, la nota de las prácticas, se obtiene de la forma siguiente:

PL = Tema 1L + ... + Tema N L

2) Ejercicios teóricos (ET).

Se evaluará cada uno de los ejercicios y problemas planteados en las sesiones de teoría. Cada ejercicio se puntuará sobre 10. Luego se ponderará su influencia en la nota total de la asignatura en función de la dificultad y de la longitud del ejercicio.

La nota total será la suma de las notas de cada uno de los ejercicios:

ET = Ejercicio 1 + ... + Ejercicio N

3) Problema Teórico (PT).

Consiste en la realización de una rutina software y un periférico hardware para realizar la función asignada a cada alumno y en la comparación de las prestaciones de ambos, en cuanto a tiempo de ejecución y recursos lógicos utilizados. El contenido se corresponde con el tema 7 de teoría. Será necesario enseñar al profesor el funcionamiento de cada uno de los circuitos y programas. Será necesario entregar una memoria breve explicando el trabajo realizado.

4) Trabajo tutelado de Laboratorio (TTL).

Trabajo de diseño de un sistema empotrado. Se evaluará el correcto funcionamiento de los circuitos y programas desarrollados. El trabajo práctico se puntuará sobre 10.

5) Presentación (PO).

Exposición oral del trabajo realizado. La presentación se puntuará sobre 10.

En caso de superar la parte teórica (ET+PT), las prácticas de laboratorio (PL) y el trabajo tutelado de laboratorio (TTL), es decir, que la nota de cada parte >= 5, la calificación final (NF) será la suma ponderada de las notas de cada parte de la asignatura:

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

En caso de no superar alguna de las tres partes (nota de alguna parte < 5), la calificación final (NF) será:

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

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas, la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

Fuentes 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**, Vison Libros,

Bibliografía Complementaria

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

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Circuitos mixtos analógicos y digitales/10414-76030
Sistemas electrónicos digitales avanzados/10414-76020

DATOS IDENTIFICATIVOS

Diseño y fabricación de circuitos integrados

Asignatura	Diseño y fabricación de circuitos integrados			
Código	10414-76032			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Cao Paz, Ana María			
Profesorado	Cao Paz, Ana María			
Correo-e	amcaopaz@uvigo.es			
Web	http://http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	Los objetivos que se persiguen con esta asignatura son: 1) Conocer y comprender las metodologías de diseño de circuitos electrónicos integrados basados en tecnología CMOS. 2) Conocer las topologías básicas utilizadas en circuitos electrónicos analógicos. 3) Saber analizar y dimensionar los dispositivos que forman las topologías básicas los circuitos analógicos en tecnología CMOS. 4) Conocer y saber utilizar herramientas software de ayuda al diseño de circuitos integrados. 5) Saber especificar un circuito electrónico integrado para su fabricación en tecnología CMOS.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
C6	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
C8	Comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
C9	Aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.
D7	Diseñar y fabricar circuitos integrados.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.	C6
Comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.	C8
Aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.	C9
Diseñar y fabricar circuitos integrados.	D7

Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción	1.1 Introducción a la materia. Objetivos y planificación del curso 1.2 Conceptos básicos de diseño microelectrónico de circuitos integrados
Tema 2: Secuencias de fabricación de CIs.	2.1 Introducción a la fabricación de CIs. Tecnología planar. 2-2 Secuencia de fabricación de CIs en tecnología CMOS. Estructura de un transistor MOS. 2.3 Ejemplo de fabricación: Inversor CMOS. Patrón de máscaras (layout). Reglas tecnológicas de diseño. Metodologías y herramientas de ayuda al diseño.
Tema 3: Estructura física de dispositivos básicos y estrategias de trazado.	3.1 Especificación de la estructura física de un transistor MOS. 3.2 Especificación de la estructura física de una resistencia. 3.3 Especificación de la estructura física de un condensador. 3.4 Estrategias para la realización de transistores con elevada relación de aspecto. Estrategias para transistores apareados.

Tema 4. Topologías básicas de Amplificador.	4.1 Topología en Fuente común. Topología en Drenador común. Topología en Puerta común. Topología Cascode. Amplificador Push_Pull. 4.2 Ejemplos de diseño físico.
Tema 5. Espejo de corriente.	5.1 Fuentes de corriente. Estructura básica de un espejo. Análisis de funcionamiento. Repuesta en frecuencia. Topología Cascode. 5.2 Ejemplos de diseño físico.
Tema 6. Par diferencial.	6.1 Estructura del Par Diferencial. Análisis en continua. Análisis en alterna. 6.2 Especificaciones y diseño de la estructura física de un amplificador diferencial con topología autopolarizada. Relación de rechazo en modo común. Limitaciones de slew rate. 6.3 Apareamiento de transistores. Ejemplos de diseño físico
Tema 7. Amplificador operacional	7.1 Amplificador operacional con dos etapas. Parámetros de diseño. 7.2 Amplificador de transconductancia (OTA). 7.3 Ejemplos de diseño físico.
Tema 8. Preparación para la fabricación.	8.1 Distribución de plano base. PAD y terminales. Formatos de especificación. Encapsulados.
Práctica 1. Introducción a las herramientas de diseño de circuitos integrados. Primera parte: Esquema eléctrico.	Introducción a las herramientas de diseño de circuitos electrónicos analógicos integrados. Ejemplo sobre un espejo de corriente. Comprobación DRC y simulación eléctrica.
Práctica 2. Introducción a las herramientas de diseño de circuitos integrados. Segunda parte: Diseño físico.	Introducción a las herramientas de diseño de circuitos electrónicos analógicos integrados. Ejemplo sobre un espejo de corriente. Diseño físico, comprobación (DRC, ERC, NCC) y simulación del layout.
Práctica 3. Diseño físico de puerta lógica.	Diseño de una puerta lógica (NAND). Circuito eléctrico y físico. Comprobación del funcionamiento a través de la simulación del esquemático y del layout.
Práctica 4. Diseño de un par diferencial autopolarizado I.	Especificación eléctrica. Caracterización de parámetros de funcionamiento DC. Caracterización de parámetros de funcionamiento AC.
Práctica 5. Diseño de un par diferencial autopolarizado II.	Especificación física. Comprobación de reglas de diseño (DRC), ERC y esquemático vs layout (NCC). Comprobación de funcionamiento.
Práctica 6. Diseño de un circuito amplificador de transconductancia	Especificación eléctrica. Especificación física. Comprobación de funcionamiento.
Práctica 7. Preparación para fabricación.	Creación del pad. Creación del padframe. Incorporación del diseño para la fabricación. Generación del archivo de fabricación.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	19	23	42
Prácticas de laboratorio	14	26	40
Trabajo tutelado	7	28	35
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	3	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	3	4

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Consistirá en una exposición por parte del profesor de aspectos relevantes de la materia, relacionados con los contenidos de la misma, acerca de los cuales el alumnado debe haber realizado un trabajo preparatorio previo. El objetivo es fomentar la participación activa del estudiantado, que podrán realizar preguntas o exponer dudas durante la sesión. Para una mejor comprensión de determinados contenidos, se expondrán ejemplos prácticos o se analizarán casos de estudio. En esta metodología se trabajan los resultados de aprendizaje C9 y D7.
Prácticas de laboratorio	El alumnado trabajará con una herramienta de diseño de circuitos integrados, mediante la cual llevará a cabo la definición de un circuito electrónico tanto a nivel eléctrico como físico, la comprobación del cumplimiento de especificaciones y la preparación del diseño para el envío a fabricación. Se realizará un control de asistencia y aprovechamiento de la sesión. En esta metodología se trabajan los resultados de aprendizaje C6, C9 y D7.

Trabajo tutelado	Se establecerán grupos de trabajo que llevarán a cabo el diseño y comprobación de un circuito compuesto por componentes pasivos y dispositivos activos. Se dispondrá de grupos pequeños (C), que permitirán realizar un seguimiento del desarrollo de los proyectos. Se realizará un control de asistencia. Las actividades a desarrollar en los grupos C son: - Debate acerca de posibles soluciones y alternativas de diseño. - Análisis y seguimiento de la solución propuesta para el proyecto. - Memoria con la presentación y el análisis de los resultados obtenidos. - Presentación y debate de resultados En esta metodología se trabajan los resultados de apredizaje C6, C8, C9 y D7.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre los contenidos teóricos. El alumnado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo. La información para solicitar tutorías podrá consultarse en el perfil de MooVi del profesorado: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre las tareas previas a las prácticas de laboratorio, así como los propios contenidos de las prácticas. El alumnado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo. La información para solicitar tutorías podrá consultarse en el perfil de MooVi del profesorado: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Trabajo tutelado	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre las especificaciones y aspectos teóricos y prácticos relativos del proyecto asignado, así como al contenido y estructura de la memoria justificativa del proyecto. Además, orientará al alumnado sobre la estructura y contenido de las sesiones de presentación y defensa de los resultados alcanzados en el proyecto. El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo. La información para solicitar tutorías podrá consultarse en el perfil de MooVi del profesorado: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Prácticas de laboratorio	Como parte de la evaluación continua de la asignatura, cada estudiante será evaluado de cada una de las prácticas. En la evaluación se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previo a la realización de la práctica, la asistencia, la puntualidad y el aprovechamiento. La calificación total de las prácticas se obtendrá como media aritmética de la calificación de cada una de ellas. La nota de prácticas no se conserva para sucesivos cursos académicos.	20	C6 C8 C9	D7

Trabajo tutelado	La evaluación del trabajo se realizará a partir de la memoria justificativa y de la presentación pública de resultados. Cada grupo de alumnos/as deberá entregar una memoria del trabajo que ha llevado a cabo, con indicación expresa de la contribución de cada uno de ellos al conjunto, así como de la metodología que han seguido para el reparto y coordinación de las tareas. La evaluación de los trabajos se basará en los siguientes aspectos: - Análisis de alternativas - Correcta realización y comprobación del diseño - Compactación del diseño - Utilización de las estrategias adecuadas para minimizar los efectos de las imperfecciones del proceso de fabricación y para garantizar una buena coincidencia de las características eléctricas de los conjuntos de componentes o dispositivos que así lo requieran por motivos funcionales. - Información para la fabricación del circuito integrado. - Aspectos formales: claridad y orden, inclusión de figuras y datos adecuados y relevantes, así como de explicaciones pertinentes, concretas y completas. Cada alumno/a deberá realizar una exposición pública individual de la parte del proyecto que ha llevado a cabo personalmente (incluyendo las tareas de planificación o coordinación si procede). Las presentaciones de los alumnos/as pertenecientes a cada grupo se llevarán a cabo en la misma sesión, de 1 hora de duración. Cada alumno/a dispondrá de 5 minutos para su presentación. Al final de las presentaciones, el alumnado se someterá a las preguntas del profesorado y de otros alumnos/as de la asignatura que voluntariamente asistan a la sesión. La evaluación se basará tanto en el contenido y los aspectos formales de la presentación realizada como en las respuestas a las preguntas planteadas. Se podrá asimismo valorar positivamente a aquellos alumnos/as que realicen preguntas pertinentes. Dicha valoración se añadiría a la que obtengan de su propia exposición personal. La memoria justificativa deberá entregarse al menos dos días antes de la presentación pública del trabajo. Para superar la asignatura, será necesario que el grupo al que pertenece el alumno/a obtenga al menos una calificación de 5 sobre 10 en la memoria. Para superar la asignatura, es necesario obtener al menos una calificación de 5 sobre 10 en la presentación pública. En la nota final del proyecto, la nota de la memoria tendrá un peso del 70% y la presentación un 30%.	40	C6 C8 C9	D7
Resolución de problemas y/o ejercicios	Como parte de la evaluación continua, se realizará a mediados de curso una prueba individual escrita, de 60 minutos, durante una de las sesiones magistrales. Esta prueba supondrá un 20% de la calificación final. Para superar la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en esta prueba.	20	C8	D7
Resolución de problemas y/o ejercicios	Como parte de la evaluación continua, al finalizar los contenidos teóricos se realizará una prueba individual escrita, de 60 minutos, durante una de las sesiones magistrales. Esta prueba supondrá un 20% de la calificación final. Para superar la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en esta prueba.	20	C6 C8	D7

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua:

La planificación de las distintas pruebas de evaluación se notificarán al alumnado el primer día de clases.

Para superar la asignatura, se deberá alcanzar una calificación global, resultado de la ponderación de las distintas evaluaciones parciales, de al menos 5 puntos sobre 10, además de alcanzar la puntuación mínima necesaria en cada una de dichas evaluaciones parciales. La calificación final para quienes no alcancen la puntuación mínima en alguna de las pruebas de evaluación será el menor valor entre 4.5 y la nota ponderada sobre 10.

Evaluación global:

La evaluación del estudiantado que no opten por evaluación continua será como sigue:

- Un examen final cuya nota será el 50% de la nota de la asignatura. Constará de dos partes: Cuestiones de respuesta corta y resolución de problemas. La parte de cuestiones supondrá un 50% de la nota del examen y la resolución de problemas el otro 50%. Para poder calcular la nota es necesario obtener al menos el 50% de la nota máxima de cada parte.

- Deberán obligatoriamente realizar un proyecto, entregar el correspondiente informe y realizar la preceptiva presentación pública (en las mismas sesiones y con los mismos criterios que la de los alumnos que opten por evaluación continua). La memoria justificativa deberá entregarse al menos dos días antes de su presentación pública. La nota del proyecto supondrá el 50% de la nota total de la asignatura. La memoria supondrá el 70% de la nota del proyecto y la

presentación el 30%. Para poder calcular la nota es necesario sacar en cada parte al menos el 50% de la nota máxima correspondiente.

El límite temporal para renunciar a la evaluación continua será de un mes antes de la fecha de finalización del periodo lectivo del cuatrimestre, de acuerdo con el calendario del centro. El procedimiento será enviando un correo al profesorado de la materia solicitando la renuncia a la evaluación continua.

La calificación final para quienes no alcancen la puntuación mínima en alguna de las pruebas de evaluación será el menor valor entre 4.5 y la nota ponderada sobre 10.

Oportunidad extraordinaria:

El alumnado que acuda a esta convocatoria será evaluado de forma idéntica a la evaluación global:

- Un examen cuya nota será el 50% de la nota de la asignatura. Constará de dos partes: Cuestiones de respuesta corta y resolución de problemas. La parte de cuestiones supondrá un 50% de la nota del examen y la resolución de problemas el otro 50%. Para poder calcular la nota es necesario obtener al menos el 50% de la nota máxima de cada parte.

- Deberán obligatoriamente realizar un proyecto, entregar el correspondiente informe y realizar la preceptiva presentación pública. La memoria justificativa deberá entregarse al menos dos días antes de su presentación. La nota del proyecto supondrá el 50% de la nota total de la asignatura. La memoria supondrá el 70% de la nota del proyecto y la presentación el 30%. Para poder calcular la nota es necesario sacar en cada parte al menos el 50% de la nota máxima correspondiente.

La calificación final para quienes no alcancen la puntuación mínima en alguna de las pruebas de evaluación será el menor valor entre 4.5 y la nota ponderada sobre 10.

Fuentes 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

Recomendaciones

Otros comentarios

Tanto en las pruebas escritas como en la redacción de los informes, deben justificarse todas las conclusiones alcanzadas. A la hora de evaluar, no se dará ningún concepto no trivial por sobreentendido y se tendrá en cuenta el método empleado para resolver las distintas cuestiones que se planteen. Para la realización de las pruebas escritas no se permitirá el uso de ninguna documentación u otro tipo de recurso auxiliar similar.
En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas de evaluación o trabajos entregados, la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

DATOS IDENTIFICATIVOS

Comunicaciones digitales avanzadas

Asignatura	Comunicaciones digitales avanzadas			
Código	10414-76033			
Titulacion	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua 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			
Descripción general	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 enxeñería de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñería de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Manexar as ferramientas matemáticas necesarias para modelar, simular e evaluar sistemas modernos de comunicacións	A1	B1 B4	C1 C2 C3	
Resolver problemas cuxa solución non deriva da aplicación dun procedimento estandarizado	A1 A1 A1	B1 B4 B18 B8	C1 C2 C3 C38 C38 C38	D10 D10 D10 D10 D10 D10
Comprender os principios básicos dos estándares de comunicacións dixitais modernos		B1 B4 B18 B8 B18 B18 B18	C38 C1 C2 C3 C38 C38 C38 C38 C38 C38	D10 D10 D10

Deseñar transmisores, receptores e equipos de medida para sistemas de comunicacións modernos.	B18 B1 B18 B4 B8 B18	C38 C1 C2 C38 C3 C38 C38 C38 C38 C38 C38 C38	D10

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 en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
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
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodoloxía docente	
	Descripción
Prácticas de laboratorio	As prácticas de laboratorio cubrirán diferentes aspectos das comunicacións MIMO. Esto 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	
Metodologías	**Descripción**
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.
Pruebas	**Descripción**
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

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

Otros comentarios sobre la Evaluación

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 evaluación continua, a nota final basearase exclusivamente no exame con cuestións sobre a materia. Esto 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*REP+0.4*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 automáticamente decidindo ser avaliado de forma continua, salvo que indique o contrario no prazo dun mes dende o principio de curso.

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

As tarefas de evaluación continua non poden repetirse despóis das suas 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

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Tratamiento de señal en comunicaciones/10414-76019

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Codificación de fuente y canal				
Asignatura	Codificación de fuente y canal			
Código	10414-76034			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Comesaña Alfaro, Pedro			
Profesorado	Comesaña Alfaro, Pedro			
Correo-e	pcomesan@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descripción general	En la asignatura "Codificación de fuente y canal" se presentan al estudiantado los conceptos básicos de la teoría de información. Se presentan también las celosías (lattices) como herramientas de codificación de fuente y de codificación de canal. Tras comentar algunas generalidades acerca de otra estrategia de codificación de fuente como es la cuantificación basada en rejilla (Trellis Code Quantization), se tratan algunos problemas más avanzados de codificación, como son la codificación de fuente distribuida y la codificación conjunta de fuente y canal.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
C3	Realizar modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
C14	Aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
D1	Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
D4	Diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia
D6	Modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

Resultados previstos en la materia