



DATOS IDENTIFICATIVOS

Redes de ordenadores

Materia	Redes de ordenadores			
Código	V05G306V01210			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación - Docencia en inglés			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	2	2c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos Rodríguez Pérez, Miguel			
Profesorado	López Ardao, José Carlos Rodríguez Pérez, Miguel			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es miguel@det.uvigo.gal			
Web	http://https://moodle-110757683.campusremotouvigo.es/			
Descrición xeral	Principios operativos, arquitectura, tecnoloxía e normas das redes de ordenadores, e en especial da Internet.			

Competencias

Código	
B1	CG1 Capacidade para redactar, desenvolver e asinar proxectos no ámbito da enxeñaría de telecomunicación que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no epígrafe 5 desta orde, a concepción e o desenvolvemento ou a explotación de redes, servizos e aplicacións de telecomunicación e electrónica.
B3	CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.
B6	CG6 Facilitade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.
B9	CG9 Capacidade para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.
C11	CE11/T6 Capacidade para concibir, despregar, organizar e xestionar redes, sistemas, servizos e infraestruturas de telecomunicación en contextos residenciais (fogar, cidade e comunidades dixitais), empresariais ou institucionais responsabilizándose da súa posta en marcha e mellora continua, así como para coñecer o seu impacto económico e social.
C17	CE17/T12 Coñecemento e utilización dos conceptos de arquitectura de rede, protocolos e interfaces de comunicacións.
C18	CE18/T13 Capacidade de diferenciar os conceptos de redes de acceso e transporte, redes de conmutación de circuítos e de paquetes, redes fixas e móbiles, así como os sistemas e aplicacións de rede distribuídos, servizos de voz, datos, audio, vídeo e servizos interactivos e multimedia.
C19	CE19/T14 Coñecemento dos métodos de interconexión de redes e encamiñamento, así como os fundamentos da planificación e dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.
D3	CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.

- D4 CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.

Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Comprende-la organización xeral e os aspectos básicos de funcionamento das redes de comunicacións, e particularmente das redes de ordenadores	B3	C17	D2
Identificar e saber emprega-los conceptos de conmutación, redes de acceso e transporte, redes fixas e móbiles	B3	C18	
Comprende-los principios e a organización das aplicacións e os servizos distribuídos, de datos ou multimedia	B3	C17	
Comprender e saber analiza-lo funcionamento de Internet: a arquitectura, o modelo de servizo, o transporte de datos, os métodos de encamiñamento e interconexión de redes, o control de erros e o control de conxestión	B3 B6	C11 C17 C19	D2 D3
Domina-los estándares técnicos e os protocolos fundamentais de Internet	B3 B4 B6	C17 C18 C19	
Capacidade práctica para deseñar, manexar e configurar redes de ordenadores, dende o punto de vista da conmutación e o transporte dos datos	B1 B9	C11	D4
Especificar infraestruturas comúns de telecomunicacións e cableado estruturado de edificios	B1 B6	C11	

Contidos

Tema	
1. Introducción	1.1. Elementos da rede, tipos de enlaces, servizos e protocolos 1.2. Técnicas de conmutación: circuitos, mensaxes e paquetes 1.3. Modelos de referencia e modos de servizo
2. Conmutación de paquetes (I): Transmisión no enlace	2.1. Delimitación e transmisión de tramas 2.2. Técnicas de reenvío. 2.3. Reenvío xeneralizado. Correspondencia e acción 2.4. Multiplexación estatística 2.5. Técnicas ARQ 2.6. Control do fluxo
3. Conmutación de paquetes (II): Transmisión en ruta	3.1. Prestacións fundamentais: retardo, perdas, capacidade equivalente 3.2. Fiabilidade (salto a salto vs. extremo a extremo)
4. O plano de datos (I): Redes IEEE 802.x	4.1. O Nivel de enlace. Tipos de enlaces 4.2. O proxecto IEEE 802 para LANs. 4.3. Esquema de direccionamento plano IEEE 802 4.4. Bridges IEEE 802. Tipos 4.5. IEEE 802.3: Ethernet 4.6. IEEE 802.11: WiFi
5. O plano de datos (II): Redes IP	5.1. Internet e IP 5.2. Direccionamento xerárquico. Estrutura das direccións IP 5.3. Routers e táboas de reenvío 5.4. Correspondencia en IP (longest prefix match) 5.5. O protocolo IP. IPv4 e IPv6 5.6. Ámbitos de direccionamento. Redes privadas 5.7. NAT
6. Interconexión de redes de enlace	6.1. IP como rede de interconexión 6.2. Routers vs. bridges 6.3. Tradución entre direccións de enlace e rede: NDP/ARP 6.4. Fragmentación en IP
7. O plano de control (I): Control distribuído nas redes IEEE 802.X	7.1. Os planos de datos e control. Control distribuído e centralizado 7.2. O plano de control nas redes IEEE 802 7.3. Aprendizaxe cara atrás 7.4. O protocolo Spanning Tree (STP)
8. O plano de control (II): Control distribuído en Internet	8.1. O problema do encamiñamento. Elementos clave: Algoritmos, protocolos, RIB 8.2. Encamiñamento xerárquico en Internet: Sistemas autónomos e dominios. 8.3. Formato da RIB e obtención da FIB 8.4. Encamiñamento intra-dominio. Principais IGP: RIP e OSPF 8.5. Encamiñamento inter-AS: BGP

9. O plano de control (III): Control centralizado	9.1. Redes definidas por software (SDN). Características fundamentais e arquitectura 9.2. Componentes dun controlador SDN 9.3. Openflow
10. O nivel de Transporte	10.1. Multiplexación, fiabilidade e modos de transmisión 10.2. Protocolos de transporte 10.3. UDP 10.4. TCP: Xestión de conexións. Transmisión ordenada. ARQ e control do fluxo en TCP
11. Control da congestión	11.1. O problema da congestión 11.2. O control da congestión: Obxectivo, requisitos, tipos de mecanismos. 11.3. O control da congestión en TCP. O algoritmo AIMD 11.4. Implementacións clásicas: Tahoe, Reno 11.5. Mecanismos baseados en retardo. Vegas
12. Seguridade en Internet	12.1. Sistemas de comunicacións seguros 12.2. Confidencialidade. Criptografía simétrica e asimétrica 12.3. Autenticidade e integridade. Funcións hash. Firmas dixitais 12.4. Dispoñibilidade. Ataques DDoS 12.5. Transporte seguro: TLS sobre TCP

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	28	28	56
Resolución de problemas	8	8	16
Resolución de problemas de forma autónoma	0	12	12
Gamificación	0	12	12
Prácticas de laboratorio	8	8	16
Prácticas con apoio das TIC	8	26	34
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Exame de preguntas obxectivas	2	0	2

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

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición das ideas, conceptos, técnicas e algoritmos de cada unha das unidades temáticas do curso. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CT2, CT3, CG3, CG4, CE11, CE17, CE18 e CE19.
Resolución de problemas	Resolución na aula por parte do profesor de problemas e exercicios relacionados cos contidos impartidos nas leccións maxistrais. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG3, CG4, CE11, CE17, CE18 e CE19.
Resolución de problemas de forma autónoma	Realización e entrega, con periodicidade máis ou menos semanal, de actividades online. Trátase de pequenas tarefas ou problemas a realizar antes ou despois das clases prácticas, e tamén se farán tests de autoavaliación. Tamén se inclúe a entrega dun pequeno programa básico de rede, como entreno para o programa de rede final. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG4, CG6, CG9, CE11, CE17, CE18, CE19, CT2, CT3, CT4
Gamificación	No aula virtual usarase un sistema de gamificación que emprega puntos de actividade, mecánicas e elementos de gamificación para fomentar a realización das actividades online puntuables e participar de maneira significativa en foros de axuda, dúbidas e discusións. Isto permitirá ao alumno obter recompensas para poder empregar nos exames ou na avaliación continua. Os foros de discusión serán a vía preferida para a atención non presencial ás dúbidas relativas aos contidos da materia. A gamificación fomentará a axuda entre compañeiros e a resolución colaborativa de dúbidas nos foros. Ademais de contribuír ao incremento da motivación, con esta metodoloxía traballarase tamén as competencias CG9, CT3 e CT4
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio de redes, empregando diversas ferramentas e utilidades de rede (GNS3, WireShark, ping, traceroute, dig, etc.) para reforzar os contidos impartidos nas leccións maxistrais. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG1, CG9, CE17 e CE19.
Prácticas con apoio das TIC	Trátase de desenvolver un programa de rede de xeito autónomo e individual. Haberá varias sesións presenciais para explicar conceptos de programación relacionados (sockets, utilidades de rede), para explicar con todo detalle a práctica e a súa implementación, e tamén para resolver dúbidas co profesor, e probar e depurar o programa no laboratorio onde este será probado e avaliado. Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG1, CG6, CG9, CE11, CE17 e CE19.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición

Lección maxistral	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia, no horario de titorías que se fará público ao comezo do curso. Deberá solicitarse cita previa a través da aula virtual, ou ben mediante correo electrónico
Resolución de problemas	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia, no horario de titorías que se fará público ao comezo do curso. Deberá solicitarse cita previa a través da aula virtual, ou ben mediante correo electrónico
Prácticas con apoio das TIC	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia, no horario de titorías que se fará público ao comezo do curso. Deberá solicitarse cita previa a través da aula virtual, ou ben mediante correo electrónico, ao profesor responsable das clases prácticas ás que asiste o alumnado.
Resolución de problemas de forma autónoma	No caso das tarefas online proporcionarase na aula virtual a solución detallada de todas as tarefas. No caso de tests de autoavaliación, os tests serán confeccionados para facilitar a axeitada realimentación ao alumno nas preguntas falladas. En calquera caso, pode asistirse igualmente á atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia, no horario de titorías que se fará público ao comezo do curso. Deberá solicitarse cita previa a través da aula virtual, ou ben mediante correo electrónico
Gamificación	Ademais da atención personalizada individual no horario de titorías, o profesor monitorizará as discusións nos foros dando a resposta axeitada cando sexa preciso ou matizando as respostas do alumnado se resultase necesario. Os foros da ula virtual son a vía preferida para a atención asíncrona ás dúbidas relativas aos contidos da materia.
Prácticas de laboratorio	Dispensarase atención personalizada de forma individual, presencial ou mediante videoconferencia, no horario de titorías que se fará público ao comezo do curso. Deberá solicitarse cita previa a través da aula virtual, ou ben mediante correo electrónico

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante o curso, cunha periodicidade aproximadamente semanal, plantéxanse tarefas, resolución de exercicios, preguntas e tests autoavaliabes na aula virtual que deben ser realizadas de xeito individual, autónomo e non presencial, sempre cunha data límite. Estas tarefas teñen un peso global conxunto do 10% para o alumnado que escolla a opción B de avaliación continua. O que escolla a opción A de avaliación continua pode facer as tarefas, de cara á gamificación, pero a puntuación non contabiliza para a nota final, sendo tan só orientativa de cara á súa autoavaliación.	0-10	B4 B6 B9	C11 C17 C18 C19	D2 D3 D4
Prácticas con apoio das TIC	Trátase de desenvolver un programa de rede. Este programa debe facerse e entregarse obrigatoriamente de xeito autónomo e individual. Haberá varias sesións presenciais para explicación da práctica, titoría co profesor e para o desenvolvemento, proba e depuración do programa no laboratorio, onde este será probado e avaliado. Supón un peso do 20% pero esíxese unha cualificación mínima de 3,5 puntos para superar a materia	20	B1 B6 B9	C11 C17 C19	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final que cobre toda a materia. Supón un peso do 50% pero esíxese unha cualificación mínima de 3,5 puntos sobre 10 para superar a materia	50	B3 B4	C11 C17 C18 C19	D2
Exame de preguntas obxectivas	Realizaranse dúas probas intermedias tipo test dunha hora de duración, para control de seguemento da materia. Cada proba de control ten un peso do 10% para o alumnado que escolla a opción B de avaliación continua e do 15% para o alumnado que escolla a opción A	30-20	B3 B4	C11 C17 C18 C19	D2

Outros comentarios sobre a Avaliación

Déixase á elección dos alumnos o método de avaliación, continua ou única.

Avaliación continua (AC)

Haberá **dúas posibles vías ou opcións para seguir a avaliación continua, que denominamos A e B**. O alumno deberá facer a elección da opción na aula virtual do curso durante o primeiro mes do curso, un día antes da primeira proba de avaliación. En calquera casos, este prazo será comunicado con suficiente antelación no Foro oficial de Avisos e Novidades da aula virtual. Tras esta data límite, non se poderá cambiar a opción de avaliación continua elixida. Os alumnos que non fagan elección algunha optarán obrigatoriamente por avaliación única.

Dado o carácter necesariamente colaborativo e social da opción B, para os grupos que non acaden un mínimo de 30 alumnos só estará dispoñible a opción A das de avaliación continua.

A avaliación continua consiste de 4 tipos de actividades ou probas:

- **Actividades puntuables de tipo non presencial na aula virtual.** Durante o curso, cunha periodicidade aproximadamente semanal, plantéxanse tarefas, resolución de exercicios, preguntas e tests autoavaliáveis na aula virtual que deben ser realizadas polos alumnos de xeito individual, autónomo e non presencial, sempre cunha data límite. A realización destas actividades permite obter "puntos de mérito" (PM) ata un máximo de 100 puntos (no caso da realización correcta de todas elas). A cualificación deste apartado será igual á cantidade de **PM dividida por 100**. Co obxectivo de facilitar a consecución do máximo de puntos, permitirase acadar certa cantidade de PM mediante recompensas, e nas tarefas con entregas empregárase a avaliación por pares, o que permitirá ao alumnado que o desexa obter PM adicionais.

Os PM só contabilizan para os alumnos que escollan a opción B de avaliación continua. Os que escollan a opción A de avaliación continua poden facer igualmente as tarefas e tests, pero os PM acadados non contabilizan para a nota final, sendo tan só orientativa de cara á súa autoavaliación.

- **Dúas probas intermedias tipo test, dunha hora de duración, para control de seguemento da materia (C1 e C2).** Cada proba de control ten un peso do 15% sobre a nota final (**NF**) para os alumnos que escollan a opción A de avaliación continua e do 10% para os alumnos que escollan a opción B. A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase nunha Comisión Académica de Grado (CAG) e estará dispoñible ao principio do cuatrimestre.
- **O desenvolvemento dun programa de rede (PR).** A data de entrega será publicada xunto coas especificacións. O cumprimento das prescricións e a calidade do software determinarán a cualificación desta proba, para a que se poñerá a disposición dos alumnos, xunto coas especificacións, unha rúbrica ou guía de avaliación. Este programa debe facerse e entregarse obrigatoriamente de maneira individual. O **PR** representará o 20% da Nota Final (**NF**), sendo necesario alcanzar 3,5 puntos nesta proba para poder superar a materia.
- **Un exame final (EF)** escrito sobre todos os contidos da materia, que ten un peso do 50% sobre a Nota Final (**NF**) e no que é necesario alcanzar 3,5 puntos sobre 10 para poder superar a materia.

A Nota Final obtida por Avaliación Continua (AC) será, segundo a opción elixida, A ou B

$$\text{NF-AC-A} = 0,15 \times (\text{C1} + \text{C2}) + 0,2 \times \text{PR} + 0,5 \times \text{EF} \text{ se } \text{EF} \geq 3,5 \text{ e } \text{PR} \geq 3,5$$

$$\text{NF-AC-B} = 0,1 \times (\text{C1} + \text{C2}) + \text{PM}/100 + 0,2 \times \text{PR} + 0,5 \times \text{EF} \text{ se } \text{EF} \geq 3,5 \text{ e } \text{PR} \geq 3,5$$

$$\text{Se EF ou PR non chegan ao mínimo de 3,5} \Rightarrow \text{NF-AC-A} = \text{NF-AC-B} = \min(3,5; \text{EF})$$

Como xa se dixo, considérase que opta por AC aquel alumno que fixo a elección da opción de avaliación continua, A ou B, dentro do prazo establecido, que será ata o día antes da realización do primeira proba de control de seguemento, C1. Os alumnos que non fagan elección algunha de xeito explícito optarán obrigatoriamente por avaliación única.

A non realización dalgunha destas probas, C1 ou C2, implica unha cualificación de "0" na proba. Estas probas non son recuperables.

Avaliación única (AU)

Os alumnos que no tiveran feito ningunha elección de avaliación continua dentro do período estipulado van obrigatoriamente por avaliación única

A Avaliación Única (AU) consistirá na realización do mesmo **EF** ao final do cuatrimestre, e na entrega do mesmo programa de rede (**PR**) proposto para os que van por **AC**. As datas de entrega tamén serán as mesmas.

A cualificación do **PR** neste caso será simplemente APTO (cun valor numérico de "1"), se a nota obtida no PR é igual ou superior a 5, ou NON APTO (cun valor numérico de "0") se é inferior a 5 ou non se entrega. Nese caso a nota final será o 40% do **EF**. É dicir,

$$\text{NF-AU} = (0,4 + 0,6 \cdot \text{PR}) \times \text{EF}$$

Segunda oportunidade

Nas datas oficialmente establecidas haberá un novo EF que só poderá ser feito polos alumnos que non superaran a materia na primeira oportunidade. Tamén se permitirá a entrega dun novo PR consistente nunha versión modificada do da primeira oportunidade, cuxas especificacións se publicarán cunha antelación mínima de 3 semanas con respecto á data de entrega, que nunca será posterior á data deste segundo EF.

Para os alumnos que optan por AC, e suspenderon na primeira oportunidade, estes EF e PR da segunda oportunidade supoñen unha oportunidade de mellorar a nota nestas dúas probas con respecto á primeira ou presentarse a unha das probas se non o fixeron na primeira. No cálculo da Nota Final tense en conta a mellor nota das obtidas nestas dúas probas entre as dúas oportunidades.

Para os alumnos que optan por AU, o EF e o PR son probas que se consideran conxuntas e inseparables, é dicir, a Nota Final será a mellor das obtidas ao avaliar conxuntamente o EF e PR de cada oportunidade.

$$NF-AU = \text{Máx}\{(0,4 + 0,6 \times PR-1^a) \times EF-1^a, (0,4 + 0,6 \times PR-2^a) \times EF-2^a\}$$

Aqueles alumnos que optaran por AC e desexen cambiar á modalidade de AU nesta segunda oportunidade, deberán comunicalo por escrito ao coordinador da materia antes da revisión do exame da primeira oportunidade. Neste caso, as condicións para aprobar a materia son exactamente iguais ás do resto de alumnos que se presentan por AU, sendo por tanto obrigatoria a entrega dun novo PR coas especificacións desta segunda convocatoria e obter un APTO. Tampouco se poderá empregar neste caso ningunha recompensa obtida na AC.

Convocatoria Extraordinaria (Fin de Carreira)

Os alumnos que se presentan nesta convocatoria extraordinaria deben aprobar o **EF** a realizar nas datas oficialmente establecidas e obter un **APTO** na práctica **PR** que debe entregarse antes da data deste **EF**. As especificacións desta práctica son as mesmas que as da segunda oportunidade. É obrigatorio volver a entregar esta práctica en prazo aínda que xa se entregara na segunda oportunidade.

A Nota Final desta convocatoria será a do **EF** se a **PR** é APTO, e un 40% do **EF** se a **PR** é NON APTO

Outras consideracións

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

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

No caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas/exames/tests realizados, incluídas as actividades non presenciais entregadas ou realizadas na aula virtual, a cualificación final da materia será de Suspenso (0) e o feito será comunicado á Dirección do Centro para que tome as medidas oportunas.

Todas as comunicacións oficiais do Curso serán publicadas no Foro de Avisos e Novidades da aula virtual, ao que están forzosamente suscritos por e-mail todos os alumnos. Asíumese que todo alumno le estas mensaxes e está axeitadamente informado do seu contido.

Ante calquera contradicción que se puidera dar entre as distintas versións da guía, por mor dalgún erro na tradución, a versión que prevalecerá é esta versión na lingua galega, coa excepción do grupo de docencia en inglés, para o cal será a guía en inglés

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

J.F. Kurose, K.W. Ross, **Computer networking: a top-down approach featuring the Internet**, 7,

L. Peterson, B. Davie, **Computer networks: a systems approach**, 5,

Bibliografía Complementaria

A. Leon-García, I. Widjaja, **Communication networks: fundamental concepts and key architectures**, 2,

C. López, M. Rodríguez, S. Herrería, M. Fernández, **Cuestiones de redes de datos: principios y protocolos**, 1,

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Arquitectura e tecnoloxía de redes/V05G300V01542

Redes multimedia/V05G300V01643

Seguridade/V05G300V01543

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Comunicación de datos/V05G301V01204

Outros comentarios

Para cursar a materia, de cara á realización do programa de rede, é moi importante ter certa destreza de programación nunha linguaxe orientada a obxectos como Java (ou C++), sendo suficiente o nivel acadado tras superar a materia Programación II

Plan de Continxencias

Descrición

A materia está plantexada e planificada de xeito que, en caso de activación da alerta sanitaria provocada pola COVID-19 que esixa o paso a un modelo de docencia semipresencial ou totalmente non presencial, non sexan necesarios cambios nos contidos, planificación docente, metodoloxías docentes, mecanismos de atención personalizada ou avaliación.
