



DATOS IDENTIFICATIVOS

Tecnoloxías de Rede

Materia	Tecnoloxías de Rede			
Código	V05M145V01104			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento				
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos			
Profesorado	López Ardao, José Carlos			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es			
Web	http://moodle.det.uvigo.es			
Descrición xeral	Trátase dunha materia de máster que cubre as competencias BOE para as atribucións profesionais de Enxeñeiro de Telecomunicación relacionadas coas tecnoloxías subxacentes nas Redes de Ordenadores.			

Dalgún xeito, é un curso avanzado no ámbito destas tecnoloxías, continuando e profundizando nos contidos máis básicos estudados nas materias do GETT.

Competencias

Código	
A5	CB5 Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B1	CG1 Capacidade para proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación.
B4	CG4 Capacidade para o modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
B8	CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
B12	CG12 Posuír habilidades para a aprendizaxe continuada, autodirixida e autónoma.
C4	CE4 Capacidade para deseñar e dimensionar redes de transporte, difusión e distribución de sinais multimedia.
C6	CE6 Capacidade para modelar, deseñar, implantar, xestionar, operar, administrar e manter redes, servizos e contidos.
C7	CE7 Capacidade para realizar a planificación, toma de decisións e empaquetamento de redes, servizos e aplicacións considerando a calidade de servizo, os custos directos e de operación, o plan de implantación, supervisión, os procedementos de seguridade, o escalado e o mantemento, así como xestionar e asegurar a calidade no proceso de desenvolvemento.
C12	CE12 Capacidade para utilizar dispositivos lóxicos programables, así como para deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos coma dixitais. Capacidade para deseñar compoñentes de comunicacións como por exemplo encamiñadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.

Resultados de aprendizaxe

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

Saber modelar matematicamente os elementos esenciais dunha rede de telecomunicacións	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C7
Coñecer os resultados fundamentais sobre a capacidade de distintos tipos de redes	B1 B4 B8 C4 C6 C7
Comprender, plantexar e resolver modelos sinxelos para analizar o rendemento dunha rede	B1 B4 B8 C4 C6 C7 C12
Saber planificar, deseñar e despregar redes de conmutación e redes IP en calquera contorna de aplicación	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C7
Coñecer e saber analizar a arquitectura interna dos equipos de conmutación, os métodos de asignación de recursos e as técnicas básicas de consecución de calidade de servizo	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C12

Contidos

Tema	
1. Arquitectura de conmutadores	1.1. Plano de datos e control. Control distribuído e centralizado 1.2. Arquitectura dun conmutador. Tipos de conmutadores 1.3. Modelos de colas para conmutadores e redes de comunicacións
2. Virtualización da rede	2.1. Virtualización de rede 2.2. Switches virtuales 2.3. Virtualización overlay a nivel 2 2.4. VLANs Ethernet. VLAN Trunking. 2.5. Túneles QinQ e MAC-in-MAC 2.6. Túneles MAC-in-IP: VXLAN, NVGRE
3. Redes para Centros de Datos	3.1. A rede dun Centro de Datos. 3.2. Arquitectura xerárquica de 3 niveis 3.3. Arquitectura Leaf & Spine 3.4. Tecnoloxías para optimización da utilización do ancho de banda dispoñible: MSTP, TRILL, SPB, ECMP
4. Encamiñamento intradominio en Internet: OSPF	4.1. Encamiñamento xerárquico en Internet. Dominios, AS e ISPs 4.2. Protocolos para encamiñamento intradominio 4.3. OSPF 4.4. Tipos de áreas OSPF
5. Encamiñamento inter-AS: BGP	5.1. BGP. 5.2. Atributos e selección de camiños
6. Filtrado de rutas	6.1. Filtrado de rutas. Listas e mapas de rutas 6.2. Filtrado de rutas en BGP 6.3. Comunidades BGP 6.4. BGP nos Centros de Datos
7. Enxeñería de tráfico. MPLS-TE	7.1. Enxeñería de tráfico 7.2. MPLS-TE

8. Arquitecturas QoS nos ISPs	8.1. Conceptos básicos de QoS 8.2. Clasificación e marcado de tráfico 8.3. Regulación e monitorización de tráfico 8.4. Planificación de búfer e ancho de banda 8.5. Arquitectura DiffServ
9. SDN e NFV	9.1. Redes definidas por software (SDN). Características fundamentais 9.2. Controladores SDN 9.3. OpenFlow 9.4. Virtualización de rede en SDN. Network Slicing en 5G 9.5. Network Functions Virtualization (NFV) 9.6. SDN e NFV
10. Redes de transporte e acceso	10.1. Acceso por fibra: Metroethernet. FTTx, GPON 10.2. Rede de acceso radio. CRAN: Backhaul e Fronthaul. 10.3. Redes de transporte óptico.

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Resolución de problemas de forma autónoma	0	18	18
Prácticas con apoio das TIC	9	13	22
Resolución de problemas	3	6	9
Gamificación	0	12	12
Lección maxistral	24	36	60
Exame de preguntas obxectivas	2	0	2
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2

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

Metodoloxía docente	
	Descrición
Resolución de problemas de forma autónoma	Trátase de 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. Estas actividades teñen un peso global conxunto do 15% no caso da avaliación continua. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CB5, CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Prácticas con apoio das TIC	Trátase de prácticas de planificación, deseño, configuración e resolución de problemas de escenarios de rede baseados no emulador GNS3. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Resolución de problemas	Trátase da resolución de problemas de deseño, planificación e dimensionamento de redes. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CG1, CG4, CG8, CE6, CE7
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, dadas 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 traballaranse tamén as competencias CB5, CG12
Lección maxistral	Exposición das ideas, conceptos, técnicas e algoritmos de cada unha das unidades temáticas do curso. Con esta metodoloxía traballaranse as competencias CG1, CG4, CG8, CE4, CE6, CE7, CE12

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 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
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.

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.
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 aula virtual son a vía preferida para a atención asíncrona ás dúbidas relativas aos contidos da materia.

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 polos alumnos de xeito individual, autónomo e non presencial, sempre cunha data límite. Estas tarefas teñen un peso global conxunto do 15%	15	A5	B1 B4 B8 B12	C4 C6 C7 C12
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 15%.	30		B1 B4 B8	C4 C6 C7 C12
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final que cobre toda a materia. Supón un peso do 55% pero esíxese unha cualificación mínima de 3.5 puntos sobre 10 para superar a materia	55		B1 B4 B8	C4 C6 C7 C12

Outros comentarios sobre a Avaliación

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

Avaliación continua (AC)

Consistirá en:

- **Dúas probas intermedias de control de seguemento do curso (C1 e C2)** mediante cuestionarios. Cada proba de control ten un peso do 15% na Nota Final (**NF**). As datas de realización destas probas serán aprobadas nunha Comisión Académica do Máster e estarán dispoñibles ao inicio do cuadrimestre.
- A realización das **actividades puntuables de tipo non presencial en aula virtual**. Durante o curso, cunha periodicidade aproximadamente semanal, plantéxanse tarefas, resolución de exercicios, preguntas e tests autoavaliabes 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 150 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 desexe obter PM adicionais.
- **Un examen final (EF)** escrito sobre todos os contidos da materia, que ten un peso do 55% sobre a Nota Final (**NF**) e no que é necesario obter unha cualificación igual ou superior a 3,5 puntos sobre 10 para poder superar a materia.

$$NF-AC = 0.15 \times (C1 + C2) + PM/100 + 0.55 \times EF \text{ se } EF \geq 3.5$$

$$NF-AC = EF \text{ se } EF < 3.5$$

Considérase que opta por AC aquel alumno que se presenta a algunha das probas de control de seguemento, C1 ou C2. A non realización dalgunha proba de avaliación continua implica unha cualificación de "0" nesa proba. Estas probas non son recuperables.

Avaliación única (AU)

Consistirá na realización do mesmo EF ao final do cuadrimestre e a nota será a obtida no devandito exame.

Os alumnos que non se presenten a ningunha das probas de control de seguemento, C1 ou C2, optan obrigatoriamente pola Avaliación Única.

Segunda oportunidade

Consistirá nun novo EF nas datas oficialmente establecidas que só poderá ser feito polos alumnos que non superaran a materia na primeira oportunidade.

Aqueles alumnos que suspenderan na primeira oportunidade indo por Avaliación Continua e desexen renunciar a ela para escoller a Avaliación Única, terán que solicitalo por escrito ao coordinador da materia antes da data de revisión do exame final da primeira oportunidade. Neste caso, tamén se renuncia a calquera recompensa obtida polas actividades de AC realizadas na aula virtual.

Outras consideracións

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

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

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

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

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

J.F. Kurose, K.W. Ross, **Computer networking: a top-down approach featuring the Internet**, 7ª,
Diane Teare, **Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide**, Cisco Press,
P. Görason, C. Black, T. Culver, **Software Defined Networks: A comprehensive approach**, 2ª, Morgan Kauffman, 2017
Gary Lee, **Cloud Networking: Understanding Cloud-Based Data Center Networks**, Morgan Kaufmann, 2014
R. Chayapathi, S. Hassan, P. Shah, **Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN**, Addison Wesley, 2016

Bibliografía Complementaria

Kun I. Park, **QoS in packet networks**, 1ª,
Richard Froom, Balaji Sivasubramanian, Erum Frahim, **Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide**, Cisco Press,
William Stallings, **Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT and Cloud**, Addison Wesley, 2016
Jim Doherty, **SDN and NFV Simplified**, Pearson Education, 2016

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Redes de Ordenadores/V05M145V01403

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.