



DATOS IDENTIFICATIVOS

Tecnologías de Red

Asignatura	Tecnologías de Red			
Código	V05M145V01104			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos			
Profesorado	López Ardao, José Carlos			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es			
Web	http://moodle.det.uvigo.es			
Descripción general	Se trata de una materia de máster que cubre las competencias BOE para las atribuciones profesionales de Ingeniero de Telecomunicación relacionadas con las tecnologías subyacentes en las Redes de Ordenadores.			
	De alguna manera, es un curso avanzado en el ámbito de estas tecnologías, continuando y profundizando en los contenidos más básicos estudiados en las materias del GETT.			

Competencias

Código	
A5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
B4	CG4 Capacidad para el 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.
B8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
B12	CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
C4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
C6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
C7	CE7 Capacidad para 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.
C12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Saber modelar matemáticamente los elementos esenciales de una red de telecomunicaciones	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C7
Conocer los resultados fundamentales sobre la capacidad de distintos tipos de redes	B1 B4 B8 C4 C6 C7
Comprender, plantear y resolver modelos sencillos para analizar el rendimiento de una red	B1 B4 B8 C4 C6 C7 C12
Saber planificar, diseñar y desplegar redes de conmutación y redes IP en cualquier entorno de aplicación	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C7
Conocer y saber analizar la arquitectura interna de los equipos de conmutación, los métodos de asignación de recursos y las técnicas básicas de consecución de calidad de servicio	A5 B1 B4 B8 B12 C4 C6 C12

Contenidos

Tema	
1. Arquitectura de conmutadores	1.1. Plano de datos y control. Control distribuido y centralizado 1.2. Arquitectura de un conmutador. Tipos de conmutadores 1.3. Modelos de colas para conmutadores y redes de comunicaciones
2. Virtualización de la red	2.1. Virtualización de red 2.2. Switches virtuales 2.3. Virtualización overlay a nivel 2 2.4. VLANs Ethernet. VLAN Trunking. 2.5. Túneles QinQ y MAC-in-MAC 2.6. Túneles MAC-in-IP: VXLAN, NVGRE
3. Redes para Centros de Datos	3.1. La red de un Centro de Datos. 3.2. Arquitectura jerárquica de 3 niveles 3.3. Arquitectura Leaf & Spine 3.4. Tecnologías para optimización de la utilización del ancho de banda disponible: MSTP, TRILL, SPB, ECMP
4. Encaminamiento intradominio en Internet: OSPF	4.1. Encaminamiento jerárquico en Internet. Dominios, ASs e ISPs 4.2. Protocolos para encaminamiento intradominio 4.2. OSPF 4.3. Tipos de áreas OSPF
5. Encaminamiento inter-ASs: BGP	5.1. BGP. 5.2. Atributos y selección de caminos
6. Filtrado de rutas	6.1. Filtrado de rutas. Listas y mapas de rutas 6.2. Filtrado de rutas en BGP 6.3. Comunidades BGP 6.4. BGP en los Centros de Datos
7. Ingeniería de tráfico. MPLS-TE	7.1. Ingeniería de tráfico 7.2. MPLS-TE

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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Resolución de problemas de forma autónoma	0	18	18
Prácticas con apoyo de las TIC	9	13	22
Resolución de problemas	3	6	9
Gamificación	0	12	12
Lección magistral	24	36	60
Examen de preguntas objetivas	2	0	2
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2

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

Metodologías

	Descripción
Resolución de problemas de forma autónoma	Se trata de tareas, resolución de ejercicios, preguntas y test autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizados por los alumnos de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. Estas actividades tienen un peso global conjunto del 15% en el caso de evaluación continua. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB5, CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Prácticas con apoyo de las TIC	Se trata de prácticas de planificación, diseño, configuración y resolución de problemas de escenarios de red basados en el emulador GNS3. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Resolución de problemas	Se trata de la resolución de problemas de diseño, planificación y dimensionamiento de redes. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CE6, CE7
Gamificación	En el aula virtual se usará un sistema de gamificación que emplea puntos de actividad, mecánicas y elementos de gamificación para fomentar la realización de las actividades online puntuables y participar de manera significativa en foros de ayuda, dudas y discusiones. Esto permitirá al alumno obtener recompensas para poder emplear en los exámenes o en la evaluación continua. Los foros de discusión serán la vía preferida para la atención no presencial a las dudas relativas a los contenidos de la materia. La gamificación fomentará la ayuda entre compañeros y la resolución colaborativa de dudas en los foros. Además de contribuir al incremento de la motivación, con esta metodología se trabajarán también las competencias CB5, CG12
Lección magistral	Exposición de las ideas, conceptos, técnicas y algoritmos de cada una de las unidades temáticas del curso. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CE4, CE6, CE7, CE12

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia, en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Deberá solicitarse cita previa a través del aula virtual, o bien mediante correo electrónico.
Resolución de problemas de forma autónoma	En el caso de las tareas online se proporcionará en el aula virtual a 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, en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Deberá solicitarse cita previa a través del aula virtual, o bien mediante correo electrónico

Prácticas con apoyo de las TIC	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia, en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Deberá solicitarse cita previa a través del aula virtual.
Resolución de problemas	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia, en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Deberá solicitarse cita previa a través del aula virtual, o bien mediante correo electrónico.
Gamificación	Además de la atención personalizada individual en el horario de tutorías, el profesor monitorizará las discusiones en los foros dando la respuesta adecuada cuando sea preciso o matizando las respuestas del alumnado si resultara necesario. Los foros del aula virtual son la vía preferida para la atención asíncrona a las dudas relativas a los contenidos de la materia.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantean tareas, resolución de ejercicios, preguntas 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 15%	15	A5 B1 B4 B8 B12	C4 C6 C7 C12
Examen de preguntas objetivas	Se realizarán dos pruebas intermedias tipo test, de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia. Cada prueba de control tiene un peso del 15%.	30	B1 B4 B8	C4 C6 C7 C12
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final que cubre toda la materia. Supone un peso del 55% pero se exige una calificación mínima de 3.5 puntos sobre 10 para superar la materia	55	B1 B4 B8	C4 C6 C7 C12

Otros comentarios sobre la Evaluación

Se deja a la elección de los alumnos el método de evaluación, continua o única.

Evaluación continua (EC)

Consistirá en:

- Dos pruebas intermedias de control de seguimiento del curso (**C1 y C2**) mediante tests. Cada prueba de control tiene un peso del 15% en la Nota Final (**NF**). Las fechas de realización de estas pruebas serán aprobadas en una Comisión Académica del Máster y estarán disponibles al inicio del cuatrimestre.
- La realización de las actividades puntuables de tipo no presencial en aula virtual. Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantean tareas, resolución de ejercicios, preguntas 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. La realización de estas actividades permite obtener "puntos de mérito" (**PM**) hasta un máximo de 150 puntos (en el caso de la realización correcta de todas ellas). La calificación de este apartado será igual a la cantidad de **PM dividida por 100**. Con el objetivo de facilitar la consecución del máximo de puntos, se plantearán tareas adicionales de tipo opcional a lo largo del curso.
- En el aula virtual se usará un sistema de **gamificación** que emplea otros tipos de puntos, mecánicas y elementos de gamificación para fomentar la realización de las tareas puntuables y participar de manera significativa en foros de ayuda, dudas y discusiones. Ello permitirá obtener **recompensas** para poder emplear en exámenes y en tareas.
- Un examen final (**EF**) escrito sobre todos los contenidos de la materia, que tiene un peso del 55% sobre la Nota Final (NF) y en el que es necesario obtener una calificación igual o superior a 3,5 puntos sobre 10 para poder superar la materia.

$$NF-EC = 0.15x(C1+C2) + PM/100 + 0.55xEF \text{ si } EF \geq 3.5$$

$$NF-EC = EF \text{ si } EF < 3.5$$

Se considera que opta por EC aquel alumno que se presenta a alguna de las pruebas de control de seguimiento, C1 o C2. La no realización de alguna prueba de evaluación continua implica una calificación de "0" en ella. Estas pruebas no son recuperables.

Evaluación única (EU)

Consistirá en la realización del mismo EF al final del cuatrimestre y la nota será la obtenida en dicho examen.

Los alumnos que no se presenten a ninguna de las pruebas de control de seguimiento, C1 o C2, optan obligatoriamente por la Evaluación Única.

Segunda oportunidad

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

Aquellos alumnos que hayan suspendido en la primera oportunidad yendo por Evaluación Continua y deseen renunciar a ella para escoger la Evaluación Única, tendrán que solicitarlo por escrito al coordinador de la materia antes de la fecha de revisión del examen final de la primera oportunidad. En este caso, también se renuncia a cualquier recompensa obtenida por las actividades de EC realizadas en el aula virtual.

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 las pruebas escritas, parciales o finales, 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 autoevaluación (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

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 Kaufman, 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

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Redes de Ordenadores/V05M145V01403

Plan de Contingencias

Descripción

La materia está planteada y planificada de forma que, en caso de activación de la alerta sanitaria provocada por la COVID-19 que exija el paso a un modelo de docencia semipresencial o totalmente no presencial, no sean necesarios cambios en los contenidos, planificación docente, metodologías docentes, mecanismos de atención personalizada o evaluación.