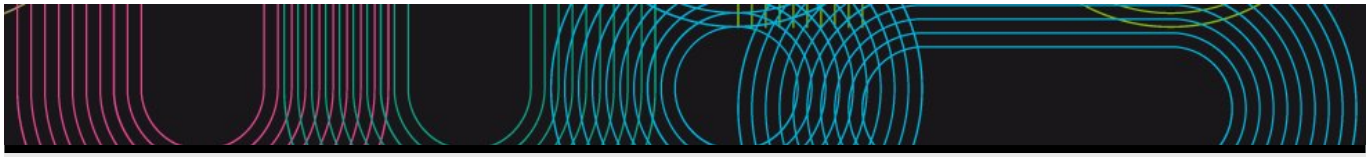

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Redes de ordenadores				
Asignatura	Redes de ordenadores			
Código	V05G301V01210			
Titulacion	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos Rodríguez Pérez, Miguel			
Profesorado	López Ardao, José Carlos Rivas Costa, Carlos Rodríguez Pérez, Miguel Rodríguez Rubio, Raúl Fernando Sousa Vieira, Estrella			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es miguel@det.uvigo.gal			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descripción general	Principios operativos, arquitectura, tecnología y normas de las redes de ordenadores, en especial de Internet.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
B1	CG1 Capacidad para redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la concepción y el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
B6	CG6 Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
B9	CG9 Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
C11	CE11/T6 Capacidad para concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como para conocer su impacto económico y social.
C17	CE17/T12 Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.
C18	CE18/T13 Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.
C19	CE19/T14 Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.
D3	CT3 Tomar conciencia de la necesidad deuna formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religion, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.

D4	CT4 Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Comprender la organización general y los aspectos básicos de funcionamiento de las redes de comunicaciones, y en particular de las redes de ordenadores	B3	C17	D2
Identificar y saber utilizar los conceptos de conmutación, redes de acceso y transporte, redes fijas y móviles	B3	C18	
Comprender los principios y la organización de las aplicaciones y los servicios distribuidos, de datos o multimedia	B3	C17	
Comprender y saber analizar el funcionamiento de Internet: la arquitectura, el modelo de servicio, el transporte de datos, los métodos de encaminamiento e interconexión de redes, el control de errores y el control de la congestión	B3 B6	C11 C17 C19	D2 D3
Dominar los estándares técnicos y los protocolos fundamentales de Internet	B3 B4 B6	C17 C18 C19	
Capacidad práctica para diseñar, manejar y configurar redes de ordenadores, desde el punto de vista de la conmutación y el transporte de los datos	B1 B9	C11	D4
Especificar infraestructuras comunes de telecomunicaciones y cableado estructurado de edificios	B1 B6	C11	

Contenidos

Tema	
1. Introducción	1.1. Elementos de la red, tipos de enlaces, servicios y protocolos 1.2. Técnicas de conmutación: circuitos, mensajes y paquetes 1.3. Modelos de referencia y modos de servicio
2. Conmutación de paquetes (I): Transmisión en el enlace	2.1. Delimitación y transmisión de tramas 2.2. Técnicas de reenvío. 2.3. Reenvío generalizado. Correspondencia y acción 2.4. Multiplexación estadística 2.5. Técnicas ARQ 2.6. Control del flujo
3. Conmutación de paquetes (II): Transmisión en ruta	3.1. Prestaciones fundamentales: retardo, pérdidas, capacidad equivalente 3.2. Fiabilidad (salto a salto vs. extremo a extremo)
4. El plano de datos (I): Redes IEEE 802.x	4.1. El Nivel de enlace. Tipos de enlaces 4.2. El proyecto IEEE 802 para LANs. 4.3. Esquema de direccionamiento plano IEEE 802 4.4. Bridges IEEE 802. Tipos 4.5. IEEE 802.3: Ethernet 4.6. IEEE 802.11: WiFi
5. El plano de datos (II): Redes IP	5.1. Internet e IP 5.2. Direccionamento jerárquico. Estructura de las direcciones IP 5.3. Routers y tablas de reenvío 5.4. Correspondencia en IP (longest prefix match) 5.5. El 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 red de interconexión 6.2. Routers vs. bridges 6.3. Traducción entre direcciones de enlace y red: NDP/ARP 6.4. Fragmentación en IP
7. El plano de control (I): Redes IEEE 802.X	7.1. Los planos de datos e control. Control distribuido y centralizado 7.2. El plano de control en las redes IEEE 802 7.3. Aprendizaje hacia atrás 7.4. El protocolo Spanning Tree (STP)
8. El plano de control (II): Redes IP	8.1. El problema del encaminamiento. Elementos clave: Algoritmos, protocolos, RIB 8.2. Encaminamiento jerárquico en Internet: Sistemas autónomos e dominios. 8.3. Formato de la RIB y obtención de la FIB 8.4. Encaminamiento intra-dominio. Principales IGPs: RIP y OSPF 8.5. Encaminamiento inter-AS: BGP

9. El nivel de Transporte	9.1. Multiplexación, fiabilidad y modos de transmisión 9.2. Protocolos de transporte 9.3. UDP 9.4. TCP: Gestión de conexiones. Transmisión ordenada. ARQ y control del flujo en TCP
10. El control de la congestión	10.1. El problema de la congestión 10.2. El control de la congestión: Objetivos, requisitos, tipos de mecanismos. 10.3. El control de la congestión en TCP. El algoritmo AIMD 10.4. Implementaciones clásicas: Tahoe, Reno 10.5. Mecanismos basados en retardo. Vegas
11. Seguridad en Internet	11.1. Sistemas de comunicaciones seguros 11.2. Confidencialidad. Criptografía simétrica y asimétrica 11.3. Autenticidad e integridad. Funciones hash. Firmas digitales 11.4. Disponibilidad. Ataques DDoS 11.5. Transporte seguro: TLS sobre TCP
Clases de laboratorio	En las clases de laboratorio se harán prácticas empleando diversas herramientas y utilidades de red (GNS3, WireShark, ping, traceroute, dig, etc.) para reforzar los contenidos impartidos en las lecciones magistrales. Software empleado: GNS3, WireShark, Java. Además habrá varias sesiones para explicar los conceptos de básicos de programación en red (sockets, utilidades de red)

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	31	45	76
Resolución de problemas	8	8	16
Prácticas de laboratorio	12	6	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	12	12
Prácticas con apoyo de las TIC	8	12	20
Gamificación	0	4	4
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Examen de preguntas objetivas	1	0	1
Examen de preguntas objetivas	1	0	1

*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 trabajan las competencias D2, D3, B3, B4, C11, C17, C18 y C19.
Resolución de problemas	Resolución en el aula por parte del profesor de problemas y ejercicios relacionados con los contenidos impartidos en las lecciones magistral. Con esta metodología se trabajan las competencias B3, B4, C11, C17, C18 y C19.
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio de redes, empleando diversas herramientas y utilidades de red (GNS3, WireShark, ping, traceroute, dig, etc.) para reforzar los contenidos impartidos en las lecciones magistrales. Software utilizado: GNS3, WireShark, Java. Con esta metodología se trabajan las competencias B1, B9, C17 y C19
Resolución de problemas de forma autónoma	Realización y entrega, con periodicidad más o menos semanal, de actividades online. Se trata de pequeñas tareas o problemas a realizar antes o después de las clases prácticas, y también se harán tests de autoevaluación. También se incluye la entrega de un pequeño programa básico de red, como entrenamiento para el programa de red final. Con esta metodología se trabajan las competencias B4, B6, B9, C11, C17, C18, C19, D2, D3, D4
Prácticas con apoyo de las TIC	Se trata de desarrollar pequeños programas de red de manera autónoma e individual. Habrá varias sesiones presenciales para explicar los conceptos de programación relacionados (sockets, utilidades de red), y también para resolver dudas con el profesor, y probar y depurar los programas en el laboratorio donde serán evaluados. Con esta metodología se trabajan las competencias B1, B6, B9, C11, C17 y C19.
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 B9, D3 y D4

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría siguiendo las instrucciones proporcionadas en las páginas de perfil de Moovi de los profesores de esta asignatura en el enlace https://moovi.uvigo.gal
Resolución de problemas	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría siguiendo las instrucciones proporcionadas en las páginas de perfil de Moovi de los profesores de esta asignatura.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría siguiendo las instrucciones proporcionadas en las páginas de perfil de Moovi de los profesores de esta asignatura.
Resolución de problemas de forma autónoma	En el caso de tareas 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 realimentación adecuada al alumno en las preguntas falladas. En cualquiera caso, se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría siguiendo las instrucciones proporcionadas en las páginas de perfil de Moovi de los profesores de esta asignatura.
Gamificación	Además de la atención personalizada individual en el horario de tutorías, el profesor monitorizará las discusiones en los foros dando la respuesta idónea cuando sea preciso o matizando las respuestas del alumnado si resultase necesario. Los foros del aula virtual son la vía preferida para la atención asícnrona a las dudas relativas a los contenidos de la materia.
Prácticas de laboratorio	Se dispensará atención personalizada de forma individual, presencial o mediante videoconferencia. Los estudiantes pueden solicitar sesiones de tutoría siguiendo las instrucciones proporcionadas en las páginas de perfil de Moovi de los profesores de esta asignatura.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantearán tareas, resolución de ejercicios, preguntas y test 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 10% para el alumnado que escoja la opción B de evaluación continua. El que escoja la opción A de evaluación continua puede hacer las tareas pero la puntuación no contabiliza para la nota final, siendo tan solo orientativa de cara a su autoevaluación.	0-10	B4 B6 B9	C11 C17 C18 C19	D2 D3 D4
Prácticas con apoyo de las TIC	Se trata de desarrollar pequeños programas de red de manera autónoma e individual. Habrá varias sesiones presenciales para explicar los conceptos de programación relacionados (sockets, utilidades de red), y también para resolver dudas con el profesor, y probar y depurar los programas en el laboratorio donde serán evaluados. La calificación obtenida en estas prácticas será multiplicada por el valor de una cuestión sobre ellas realizada en el Examen Final, y puntuada entre 0 y 1.	10	B1 B6 B9	C11 C17 C19	
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	B3 B4	C11 C17 C18 C19	D2
Examen de preguntas objetivas	Primera Prueba intermedia: Prueba tipo test de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia. Cada prueba de control tiene un peso del 20% para el alumnado que escoja la opción B de evaluación continua y del 25% para el alumnado que escoja la opción A	20-25	B3 B4	C11 C17 C18 C19	D2
Examen de preguntas objetivas	Segunda Prueba intermedia: Prueba tipo test de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia. Cada prueba de control tiene un peso del 20% para el alumnado que escoja la opción B de evaluación continua y del 25% para el alumnado que escoja la opción A	20-25	B3 B4	C11 C17 C18 C19	D2

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

Evaluación continua (EC)

Habrá **dos posibles vías u opciones para seguir la evaluación continua, que denominamos A y B**. El alumno deberá

hacer la elección de la opción en el aula virtual del curso durante el primero mes del curso, un día antes de la primera prueba de evaluación. Tras esta fecha límite, no se podrá cambiar la opción de evaluación continua elegida. Los alumnos que no hagan elección alguna optarán automáticamente por evaluación global.

Dado el carácter necesariamente colaborativo y social de la opción B, para los grupos que no consigan un mínimo de 30 alumnos solo estará disponible a opción A de las de evaluación continua.

La evaluación continua consiste de 4 tipos de actividades o pruebas:

- **Actividades puntuables de tipo no presencial en el aula virtual**. Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantean tareas, resolución de ejercicios, preguntas y cuestionarios de autoevaluación en el aula virtual que deben ser realizados 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 100 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 permitirá conseguir cierta cantidad de PM mediante recompensas, y en las tareas con entregas se empleará la evaluación por pares, lo que permitirá al alumnado que lo desee obtener PM adicionales.

  Los PM sólo contabilizan para los alumnos que escojan la opción B de evaluación continua. Los que escojan la opción A de evaluación continua pueden hacer igual las tareas y cuestionarios, pero los PM conseguidos no contabilizan para la nota final, siendo tan sólo orientativos de cara a su autoevaluación.

- **Programas de red (PR)**: Durante el curso se plantea la realización y entrega de manera autónoma, individual y no presencial de pequeños programas de red. Habrá varias sesiones presenciales para explicar los conceptos de programación relacionados (sockets, utilidades de red), y también para resolver dudas con el profesor, y para probar y depurar los programas en el laboratorio antes de ser entregados. La calificación obtenida en estas prácticas (**PR**), entre 0 y 10, será multiplicada por la calificación obtenida en una cuestión (**CR**) sobre ellas realizada en el Examen Final, y puntuada entre 0 y 1.

- **Dos pruebas intermedias tipo test, de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia (C1 y C2)**. Cada prueba de control tiene un peso del 25% sobre la nota final (**NF**) para los alumnos que escojan la opción A de evaluación continua y del 20% para los alumnos que escojan la opción B. La planificación de las diferentes pruebas de evaluación intermedia se aprobará en una Comisión Académica de Grado (CAG) y estará disponible al principio del cuatrimestre.

- **Un examen final (EF)** escrito sobre todos los contenidos de la materia, que tiene un peso del 40% sobre la Nota Final (NF) y en el que es necesario alcanzar 4 puntos sobre 10 para poder superar la materia. En la misma prueba del Examen Final se planteará una cuestión sobre los programas de red (**CR**), pero la puntuación, entre 0 y 1, no forma parte del examen final, y sólo se emplea para ponderar la calificación obtenida en las prácticas de red.

La Nota Final obtenida por Evaluación Continua (**EC**) será, segundo la opción elegida, A o B

NF-EC-A = 0,25 × (C1 + C2) + 0.1 × CR × PR + 0,4 × EF si EF ≥ 4

NF-EC-B = 0,2 × (C1 + C2) + PM/100 + 0.1 × CR × PR + 0,4 × EF si EF ≥ 4

Si **EF < 4** => **NF-EC-A = NF-EC-B = min {4; NF-AC} donde NF-AC sería la nota de evaluación continua calculada anteriormente (NF-EC-A o NF-EC-B según el caso)**

Como ya se dijo, se considera que opta por EC aquel alumno que hizo la elección de la opción de evaluación continua, A o B, dentro del plazo establecido, que será hasta el día antes de la realización de la primera prueba de control de seguimiento, C1. Los alumnos que no hagan elección alguna de manera explícita optarán obligatoriamente por evaluación global.

La no realización de alguna de estas pruebas, C1 o C2, implica una calificación de "0" en la prueba. Estas pruebas, igual que las actividades puntuables no presenciales y las prácticas de red, no son recuperables.

Evaluación Gobal (EG)

Los alumnos que no hubieran realizado ninguna elección de evaluación continua dentro del período estipulado van obligatoriamente por Evaluación Global.

La Evaluación Global (EG) consistirá en la realización del mismo **EF** al final del cuatrimestre, incluyendo la realización de la cuestión (**CR**) sobre los programas de red. La Nota Final se obtiene cómo

NF-EG = 0,9 x EF + CR

Oportunidad Extraordinaria

En las fechas oficialmente establecidas habrá un nuevo **EF**, que también incluirá la cuestión sobre los programas de red (**CR**), que solo podrá ser realizado por los alumnos que no superaron la materia en la oportunidad ordinaria.

Estas pruebas EF y CR de la Oportunidad Extraordinaria suponen la posibilidad de mejorar la nota en estas dos pruebas con respecto a la primera. En el cálculo de la Nota Final se tendrá en cuenta la mejor nota de las obtenidas en estas dos pruebas entre las dos oportunidades.

Aquellos alumnos que habían optado por EC y deseen cambiar a la modalidad de EG en esta Oportunidad Extraordinaria, deberán comunicarlo por escrito al coordinador de la materia antes de las 20h. del día de la revisión del examen de la oportunidad ordinaria. En este caso, las condiciones para aprobar la materia son exactamente iguales a las del resto de alumnos que se presentan por EG. En este caso, no se podrá emplear ninguna recompensa obtenida en la EC.

La obtención de las Notas Finales es idéntica a la de la oportunidad ordinaria.

Convocatoria Fin de Carrera

Los alumnos que se presentan en esta convocatoria extraordinaria concurren exactamente en iguales condiciones que en las de la Evaluación Global.

NF-FC = 0,9 x EF + CR

Otras consideraciones

Se consideran presentados a la materia todos los alumnos que se presenten a cualquier **EF**. Las calificaciones de todas las pruebas, parciales o finales, prácticas y actividades no presenciales solo 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 cuestionarios de autoevaluación (pruebas realizadas entre varios, respuestas conocidas de antemano, etc.), así como para detectar posibles plagios en trabajos escritos o en programas software.

En el 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 el hecho será comunicado a la Dirección del Centro para que tome las medidas oportunas.

Todas las comunicaciones oficiales del Curso serán publicadas en el Foro de Avisos y Novedades del aula virtual, al que están forzosamente suscritos por e-mail todos los alumnos. Se asume que todo alumno lee estos mensajes y está adecuadamente informado de su contenido.

Ante cualquier contradicción que se pueda dar entre las distintas versiones de la guía, por causa de algún error de traducción, la versión que prevalecerá es la versión en lengua gallega, con la excepción del grupo de docencia en inglés, para lo cuál lo será la guía en inglés.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

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

Bibliografía Complementaria

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

Peterson, Brakmo, and Davie, **TCP Congestion Control: A Systems Approach**,

Larry Peterson and Bruce Davie, **Computer networks: a systems approach**, 6.2-dev,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Comunicación de datos/V05G301V01204

Otros comentarios

Para cursar la asignatura, de cara a la realización de los programas de red, es muy importante tener cierta destreza de programación en un lenguaje orientado a objetos como Java (o C++), siendo suficiente el nivel obtenido tras superar la