

Guía Docente: Redes Avanzadas de Computadores

DATOS GENERALES	
Facultad	Facultad de Ciencias y Tecnología
Titulación	Grado en Ingeniería Informática
Plan de estudios	2012
Materia	Sistemas Operativos, Distribuidos y Redes
Carácter	Obligatorio
Período de impartición	Tercer Trimestre
Curso	Tercero
Nivel/Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6
Lengua en la que se imparte	Castellano
Prerrequisitos	No se precisa

DATOS DEL PROFESORADO			
Profesor Responsable	Rubén Ruiz González	Correo electrónico	ruben.ruiz.gonzalez@ui1.es
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Facultad	Facultad de Ciencias y Tecnología
Perfil Profesional 2.0	ResearchGate		

CONTEXTUALIZACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Asignaturas de la materia	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Sistemas Operativos • Redes Avanzadas de Computadores • Redes de Computadores • Sistemas Operativos
Contexto y sentido de la asignatura en la titulación y perfil profesional	<p>El objetivo de esta asignatura es continuar el aprendizaje iniciado en la asignatura de “Redes de Computadores”. En esta asignatura comenzaremos con el estudio del protocolo de Internet IPv4, describiendo sus principales características, tipos de direcciones IP y sus representaciones, asignaciones, etc. Continuaremos con la transición de IPv4 a IPv6, indicando también características y mejoras de este protocolo respecto a la versión anterior.</p> <p>Dada la trascendencia y la importancia dentro del mercado laboral, se abordará el estudio de redes móviles, estudio del protocolo estándar 802.11 (WiFi) y el uso de otras redes inalámbricas como <i>Bluetooth</i> y <i>WiMAX</i>, además de redes de telefonía móvil como 3G, 4G y 5G.</p> <p>Continuaremos con el estudio de un tipo de redes conocido como multimedia, aplicaciones en las que se suelen utilizar, flujos de datos (audio y video), almacenamiento y transmisión de información en este tipo de redes. También veremos los protocolos que se utilizan para la transmisión de audio y video, teniendo en cuenta que este tipo de transmisiones deben tener una calidad de servicio que ofrecer a los usuarios.</p> <p>Además, estudiaremos un conjunto de redes conocidas como de alta velocidad. Estudiaremos tecnologías como <i>Frame Relay</i>, modo de transferencia asíncrono (ATM) y el uso de redes LAN de alta velocidad. Además, en esta asignatura, realizaremos un estudio de las redes de nueva generación existentes en la actualidad, el por qué de su uso y características que poseen dicho tipo de redes. Finalmente se estudiarán las redes on-cloud.</p> <p>Esta asignatura complementa y amplía lo aprendido en la asignatura Redes de Computadores y se relaciona con otras asignaturas como Fundamentos de Seguridad de la Información o Auditoría y Seguridad Avanzada de Sistemas y Redes de Comunicaciones.</p>

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Competencias de la asignatura	<ul style="list-style-type: none"> • CE03: Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas. • CE04: Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas. • CE05: Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y
--------------------------------------	---

	<p>aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • CE08: Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones. • CE09: Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática. • CE11: Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática. • CR01: Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente. • CR11: Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas. • CR18: Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional. • CT01: Capacidad de análisis y síntesis: encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos • CT04: Capacidad para la resolución de problemas • CU02: Identificar y dar valor a las oportunidades tanto personales como profesionales, siendo responsables de las actuaciones que se pongan en marcha, sabiendo comprometer los recursos necesarios, con la finalidad de realizar un proyecto viable y sostenible para uno mismo o para una organización.
<p>Resultados de aprendizaje de la asignatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce la estructura y capacidades de las redes utilizadas para la transmisión tanto de voz como de datos. • Capacidad para diseñar, desplegar y mantener las redes empresariales, tanto a nivel de intranet/extranet como de su conexión a Internet. • Adquiere una visión global sobre las deficiencias y obstáculos que emanan del diseño de las redes IP, así como de las soluciones actuales y tendencias tanto en redes IP como en las redes de nueva generación • Identifica las limitaciones fundamentales de las redes de ordenadores, desde el punto de vista de los diversos servicios disponibles y, en particular, para la transmisión de información multimedia. • Conoce las técnicas, protocolos y métodos capaces de proporcionar calidad de servicio en Internet. • Conoce los protocolos utilizados para la transmisión de información con requerimientos de tiempo real, en especial, de los relacionados con la provisión de calidad de servicio para transmisiones multimedia. • Conoce la arquitectura celular utilizada en las redes móviles, así como sus elementos constitutivos. • Conocimiento de las funcionalidades, capacidades y uso de los nuevos protocolos de Internet. • Conoce los problemas derivados de la movilidad en el acceso a Internet y las técnicas y protocolos utilizados en el ámbito de IP móvil.

PROGRAMACION DE CONTENIDOS

Breve

Esta asignatura presenta conceptos y tecnologías avanzadas en las redes, continuando el

descripción de la asignatura

trabajo realizado en las asignaturas introductorias. Entre otras, se analizarán las áreas de redes multimedia y de tiempo real y, por otro lado, las redes celulares y de Internet móvil y de nueva generación.

Contenidos**Unidad didáctica 1: Protocolos IPv4 e IPv6**

- Generalidades sobre redes a través de un enfoque práctico.
- Desmontando falsos mitos.
- El protocolo IPv4.
- El protocolo IPv6.
- Despliegue de IPv6 y Subnetting.
- Semejanzas y diferencias entre IPv4 e IPv6.
- Tráfico de datos, desde la capa física a la de aplicación.
- Emuladores.

Unidad didáctica 2: Switches

- Tipos de dispositivos.
- Configuraciones básicas de un switch.
- EtherChannels.
- Protocolos VLAN/PVLAN .
- Protocolo STP.
- Port Mirroring.
- Seguridad en switches.

Unidad didáctica 3: Routers

- Tipos de dispositivos de capa de red.
- Tipos de tráfico de capa 3.
- Tablas de enrutamiento y fragmentación de paquetes.
- Protocolos PPP y HDLC.
- Protocolo DHCP en IPv4 e IPv6.
- Protocolos de routing avanzado.
- Tunneling.
- NAT en IPv4 e IPv6.
- Protocolo MPLS.
- Seguridad en el protocolo de red (ACL's).

Unidad didáctica 4: Configuración y gestión de redes

- Herramientas de descubrimiento de redes.
- Herramientas de gestión de redes y servicios.
- Protocolos de gestión y administración de redes.
- QoS.
- SD-WAN vs SDN vs DNA.
- Arquitectura de una red tipo.
- Troubleshooting.

Unidad didáctica 5: Redes inalámbricas y multimedia

- Elementos y características de una red inalámbrica.
- Características de redes y enlaces inalámbricos.
- Redes LAN inalámbricas 802.11 (WiFi).
- Otros tipos de conexiones inalámbricas: Bluetooth y WiMAX.
- Redes móviles: 4G/5G.
- Aplicaciones de redes multimedia.

- Flujos de video y audio almacenado.
- Uso del servicio de entrega “best effort”.
- Protocolos de aplicaciones en tiempo real.

Unidad didáctica 6: Redes de alta velocidad, de nueva generación y on-cloud

- Introducción a las redes de alta velocidad.
- Arquitectura de red NGN (Next Generation Networks) e IMS (IP Multimedia Subsystem).
- Protocolos básicos de una red NGN.
- Calidad de servicio en una red NGN.
- Redes on-cloud.

METODOLOGÍA

Actividades formativas

En cada una de las Unidades Didácticas, el alumnado deberá llevar a cabo una serie de actividades que le conduzcan a la asimilación de los conceptos y su puesta en práctica. Así se proponen las siguientes actividades:

- **Contenidos teóricos.** Se explicarán los nuevos conceptos que se introduzcan en cada Unidad Didáctica y estarán apoyados por el uso de material gráfico, videos o enlaces a información que ayuden a mejorar la comprensión de dichos conceptos.
- **Estudio de caso de la aplicación práctica.** Serán ejercicios introductorios o de repaso en los que será necesario investigar en la web o en otros recursos para su resolución. El objetivo de este tipo de actividad es el de motivar al alumno además de conducir su pensamiento reflexivo y personal.
- **Foros de discusión/debate.** Alguna de las Unidades Didácticas de la asignatura tendrá disponible un foro de debate sobre aspectos que conforman el temario, en el que la interacción con los compañeros y las aportaciones propias serán valoradas.
- **Cuestionarios.** Actividades de evaluación propuestas cada dos Unidades Didácticas y que servirán de repaso para afianzar los conocimientos adquiridos.
- **Trabajo colaborativo.** Se propondrán ejercicios prácticos relacionados con la asignatura y deberán resolverse en pequeños grupos de trabajo.

EVALUACIÓN

Sistema evaluativo

En caso de que la situación sanitaria impida la realización presencial de los exámenes con todas las garantías, la Universidad Isabel I celebrará dichas pruebas en modalidad online. Para la realización de dichos exámenes, la universidad incorporará la herramienta de proctoring a nuestra plataforma tecnopedagógica, con el objetivo de garantizar los procesos de autenticación del alumno, como el control del entorno durante el desarrollo de las pruebas de evaluación. A su vez, la Universidad Isabel I pondrá a disposición del alumnado una Unidad de Exámenes Online específica para ofrecer apoyo técnico durante todo el proceso y así solventar todas las incidencias que se puedan presentar.

El sistema de evaluación se basará en una selección de las pruebas de evaluación más adecuadas para el tipo de competencias que se trabajen. El sistema de calificaciones estará acorde con la legislación vigente (*Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y de validez en todo el territorio nacional*).

El sistema de evaluación de la Universidad Isabel I queda configurado de la siguiente manera:

Sistema de evaluación convocatoria ordinaria

Opción 1. Evaluación continua

Los estudiantes que opten por esta vía de evaluación deberán realizar el **seguimiento de la evaluación continua (EC)** y podrán obtener hasta un **60 %** de la calificación final a través de las actividades que se plantean en la evaluación continua.

Además, deberán realizar un **examen final presencial (EX)** que supondrá el **40 %** restante. Esta prueba tiene una parte dedicada al control de la identidad de los estudiantes que consiste en la verificación del trabajo realizado durante la evaluación continua y otra parte en la que realizan diferentes pruebas teórico-prácticas para evaluar las competencias previstas en cada asignatura.

Para la aplicación de los porcentajes correspondientes, el estudiante debe haber obtenido una nota mínima de un 4 en cada una de las partes de las que consta el sistema de evaluación continua.

Se considerará que el estudiante supera la asignatura en la convocatoria ordinaria por el sistema de evaluación continua, siempre y cuando al aplicar los porcentajes correspondientes se alcance una calificación mínima de un 5.

Opción 2. Prueba de evaluación de competencias

Los estudiantes que opten por esta vía de evaluación deberán realizar una **prueba de evaluación de competencias (PEC)** y un **examen final presencial (EX)**.

La **PEC** se propone como una prueba que el docente plantea con el objetivo de evaluar en qué medida el estudiante adquiere las competencias definidas en su asignatura. Dicha prueba podrá ser de diversa tipología, ajustándose a las características de la asignatura y garantizando la evaluación de los resultados de aprendizaje definidos. Esta prueba supone el 50 % de la calificación final.

El **examen final presencial**, supondrá el **50 %** de la calificación final. Esta prueba tiene una parte dedicada al control de la identidad de los estudiantes que consiste en la verificación del seguimiento de las actividades formativas desarrolladas en el aula virtual y otra parte en la que realizan diferentes pruebas teórico-prácticas para evaluar las competencias previstas en cada asignatura.

Al igual que con el sistema de evaluación anterior, para la aplicación de los porcentajes correspondientes el estudiante debe haber obtenido una puntuación mínima de un 4 en cada una de las partes de las que consta la opción de prueba de evaluación de competencias.

Se considerará que el estudiante supera la asignatura en la convocatoria ordinaria por el sistema de la prueba de evaluación de competencias siempre y cuando al aplicar los porcentajes correspondientes se alcance una calificación mínima de un 5.

Sistema de evaluación convocatoria extraordinaria

Todos los estudiantes, independientemente de la opción seleccionada, que no superen las pruebas evaluativas en la convocatoria ordinaria tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria.

La convocatoria extraordinaria completa consistirá en la realización de una **prueba de evaluación de competencias** que supondrá el **50 %** de la calificación final y un **examen final presencial** cuya calificación será el **50 %** de la calificación final.

Para la aplicación de los porcentajes correspondientes, el estudiante debe haber obtenido una nota mínima de un 4 en cada una de las partes de las que consta el sistema de evaluación de la convocatoria extraordinaria.

Los estudiantes que hayan suspendido todas las pruebas evaluativas en convocatoria ordinaria (evaluación continua o prueba de evaluación de competencias y examen final) o no se hayan presentado deberán realizar la convocatoria extraordinaria completa, como se recoge en el párrafo anterior.

En caso de que hayan alcanzado una puntuación mínima de un 4 en alguna de las pruebas evaluativas de la convocatoria ordinaria (evaluación continua o prueba de evaluación de competencias y examen final), se considerará su calificación para la convocatoria extraordinaria, debiendo el estudiante presentarse a la prueba que no haya alcanzado dicha puntuación o que no haya realizado.

En el caso de que el alumno obtenga una puntuación que oscile entre el 4 y el 4,9 en las dos partes de que se compone la convocatoria ordinaria (EC o PEC y examen), solo se considerará para la convocatoria extraordinaria la nota obtenida en la evaluación continua o prueba de evaluación de competencias ordinaria (en función del sistema de evaluación elegido), debiendo el alumno realizar el examen extraordinario para poder superar la asignatura.

Al igual que en la convocatoria ordinaria, se entenderá que el alumno ha superado la materia en convocatoria extraordinaria si, aplicando los porcentajes correspondientes, se alcanza una calificación mínima de un 5.

BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

Bibliografía básica

Kurose, F. J. y Ross, K. W. (2010). *Redes de computadoras. Un enfoque descendente*. Pearson Education.

Es el principal libro para el aprendizaje de los aspectos básicos de redes. Los profesores Ross y Kurose realizan una presentación muy entretenida de todos los temas, usando para ello un enfoque top-down para tratar los mismos. Esta edición mantiene el original énfasis sobre la programación de aplicaciones, los paradigmas de la capa de aplicación y los protocolos de capa superior, fomentando la transmisión de la experiencia con conceptos sobre redes y protocolos.

Peterson, L. L. & Davie, B. S. (2011). *Computer networks: a systems approach*. Elsevier.

El libro realiza una aproximación a las redes desde sus elementos básicos, permitiendo una amplia comprensión de los conceptos fundamentales de las redes de ordenadores. El libro resuelve los problemas de las redes desde una perspectiva práctica basada en las soluciones aportadas en el mundo real. Realiza un amplio repaso a las capas de aplicación y sesión, centrándose en el modelo OSI para realizar las explicaciones.

Bibliografía complementaria

- Anderson, J. B.; Rappaport, T.S. y Yoshida, S. (1995). «Propagation Measurements and Models for Wireless Communications Channels». IEEE Communications Magazine (enero 1995), pp. 42-49.
- Basset, S. A. y Schulzrinne, H. (abril, 2006). «An analysis of the Skype peer-to-peer Internet Telephony Protocol». Proc. 2006 IEEE Infocom. Barcelona (España).
- Bertsekas, D. P. (1992). Data Networks. Prentice Hall.
- Bisdikian, C. (2001). «An Overview of the Bluetooth Wireless Technology». IEEE Communications Magazine, 12, pp. 86-94.
- Bolot, J. C. y Turletti, T. (1994). «A rate control scheme for packet video in the Internet». Proc. 1994 IEEE Infocom, pp. 1216-1223.
- Bolot, J. C. y Vega-García, A. (1996). «Control Mechanisms for Packet Audio in the Internet». Proc. 1996 IEEE Info-com, pp. 232-239.
- Davie, B. y Rekhter, Y. (2000). MPLS: Technology and Applications, Morgan Kaufmann Series in Networking.
- Goralski, W. (2008). The Illustrated Network. Morgan Kaufmann.
- Held, G. (2001). Data Over Wireless Networks: Bluetooth, WAP, and Wireless LANs. McGraw-Hill.
- Huang, C., Sharma, V., Owens, K., y Makam, V. (2002). «Building Reliable MPLS Networks Using a Path Protection Mechanism». IEEE Communications Magazine, 40(3), pp. 156-162.
- International Telecommunications Union. «ICT Statistics». Disponible en: <http://www.itu.int/net4/itu-d/icteye/>. Acceso 16 de agosto 2017.
- Internet Software Consortium page on BIND: <https://www.isc.org/downloads/bind/>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- Jacobson, V. (1988). «Congestion Avoidance and Control». Proc. 1988 ACM SIGCOMM (Stanford, CA, agosto 1988), pp. 314-329.
- Jiang, W.; Lennox, J.; Schulzrinne, H. y Singh, K. (junio, 2001). «Towards Junking the PBX: Deploying IP Telephony». NOSSDAV'01. Port Fefferon (NY).
- Kar, K., Kodialam, M., y Lakshman, T. V. (2000). «Minimum Interference Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with MPLS Traffic Engineering Applications». IEEE J. Selected Areas in Communications, diciembre 2000.
- Kleinrock, L. y Tobagi, F. A. (1975). «Packet Switching in Radio Channels: Part I—Carrier Sense Multiple-Access Modes and Their Throughput-Delay Characteristics». IEEE Transactions on Communications, 23(12), pp. 1400-1416.
- Lam, S. (1980). «A Carrier Sense Multiple Access Protocol for Local Networks». Computer Networks, 4, pp. 21-32.
- Metcalfe, R. M. y Boggs, D. R. (1976). «Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks». Communications of the Association for Computing Machinery, 19(7), pp. 395-404.
- Stallings, W. (2013). *Data and computer communications*. Pearson/Prentice Hall.
- Página principal de BitTorrent.org: <http://www.bittorrent.org>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- Página principal de Cookie Central: http://www.cookiecentral.com/n_cookie_faq.htm. Acceso 17 agosto de 2017.
- Página principal de CoolStreaming: <http://www.coolstreaming.us/>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- Página principal de Microsoft Windows Media: <https://support.microsoft.com/es-es/search?query=windows%20media%20player>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- Página principal de QuickTime: <http://www.apple.com/quicktime>. Acceso 17 de agosto de 2017.

- Página principal de RealNetworks: <http://www.realnetworks.com>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- Perkins, C.; Hodson, O. y Hardman, V. (sept.-oct., 1998). «A Survey of Packet Loss Recovery Techniques for Streaming Audio», IEEE Network Magazine, pp. 40-47.
- Pickholtz, R.; Schilling, D. y Milstein, L. (1982). «Theory of Spread Spectrum Communication—A Tutorial». IEEE Transactions on Communications, 30(5), pp. 855-884.

- RFC 768. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>. Acceso 17 de Agosto de 2017.

- RFC 959. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc959.txt>. Acceso 17 de Agosto de 2017.
- RFC 1122. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1122.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 1945. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1945.txt>. Acceso 17 de Agosto de 2017.
- RFC 2018. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2018.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2205. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2212. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2212.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2326. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2581. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2581.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2616. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>. Acceso 17 de Agosto de 2017.
- RFC 2663. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2663.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2702. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2702.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2733. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2733.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2865. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2865.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 2988. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2988.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3022. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3022.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3031. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3032. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3032.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3261. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3272. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3272.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3346. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3346.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3469. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3469.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3550. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 3588. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3588.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.
- RFC 5411. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc5411.txt>. Acceso 17 de agosto de 2017.

- RFC 7658. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>. Acceso 17 de Agosto de 2017.
- Rom, R. y Sidi, M. (1990). Multiple Access Protocols: Performance and Analysis. Nueva York: Springer-Verlag.
- S. Chuang, S. Iyer, N. McKeown, «Practical Algorithms for Performance Guarantees in Buffered Crossbars», Proc. 2005 IEEE Infocom.
- Schwartz, M. (1980). Information, Transmission, Modulation and Noise. Nueva York: McGraw Hill.
- Shacham, N. y McKenney, P. (abril, 1990). «Packet Recovery in High-Speed Networks Using Coding and Buffer Management». Proc. 1990 IEEE Infocom, pp. 124-131. San Francisco (CA).
- Spragins, J. D. (1991). Telecommunications, Protocols and Design. Reading (MA): Addison-Wesley.
- Sripanidkulchai, K.; Maggs, B. y Zhang, H. (2004). «An analysis of live streaming workloads on the Internet». Proc. 4th ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference (Taormina, Sicilia, Italia), pp. 41-54.
- T. Berners-Lee, R. Cailliau, A. Luotonen, H. Frystyk Nielsen, A. Secret, «The World-Wide Web», Communications of the ACM, Vol. 37, N° 8 (agosto 1994), págs. 76-82.
- Viterbi, A. (1995). CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication. Reading (MA): Addison-Wesley.
- Wang, B.; Kurose, J.; Shenoy, P. y Towsley, D. (octubre, 2004). «Multimedia Streaming via TCP: An Analytic Performance Study». Proc. ACM Multimedia Conference. Nueva York.
- Xiao, X., Hannan, A., Bailey, B., y Ni, L. (2000). Traffic Engineering with MPLS in the Internet. IEEE Network, marzo/abril.

Otros recursos

- 4G Explained: a guide to LTE, LTE-A, WIMAX, HSPA+ and more: <http://www.digitaltrends.com/mobile/what-is-4g-the-ultimate-guide-to-4g-wireless-networks-phones-coverage-and-more/>.
- Computing Conversations: Bob Metcalfe on the First Ethernet LAN. https://www.youtube.com/watch?v=m_agCPNGOzU.
- Exclusive inspiring interview with Vinton G Cerf, Father of Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=V6VOAAQEyE0>.
- Formatos de vídeo. Especial vídeo (X): <http://www.xataka.com/fotografia-y-video/formatos-de-video-especial-video-x>.
- How Does Wi-Fi Work? – Brit Lab. <https://www.youtube.com/watch?v=xmabFJUKMdg>.
- How Network Address Translation Works: <https://www.youtube.com/watch?v=QBqPzHEDzvo>.
- Quality for Experience for Multimedia Communications: Network Coding Strategies. Disponible en: <http://web.mit.edu/minjikim/www/papers/2012-multimedia.pdf>.
- Real-Time Transport Protocol (RTP) in VoIP: https://www.youtube.com/watch?v=9dRY2_NmAuc.
- Streaming de vídeo en directo: https://www.youtube.com/my_live_events.
- What is 4G - https://www.youtube.com/watch?v=2UujN_pOcYI.
- What's the difference between 4G and LTE?: <http://www.digitaltrends.com/mobile/4g-vs-lte/>.
- Wi-Fi. Explained. <https://www.youtube.com/watch?v=LSJhIldZ8q4>.