

Guía docente

300026 - API - Arquitectura y Protocolos de Internet

Última modificación: 06/06/2024

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

Unidad que imparte: 744 - ENTEL - Departamento de Ingeniería Telemática.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AEROESPACIALES (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2024

Créditos ECTS: 6.0

Idiomas: Catalán, Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Definit a la infoweb de l'assignatura.

Otros: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACIDADES PREVIAS

- Entender conceptos fundamentales, como el de protocolo, arquitectura de red, servicios, conmutación, multiplexación, entramado de la información, direccionamiento.
- Conocer tecnologías de conmutación de paquetes y estándares LAN, entender los servicios que ofrecen y conceptos comunes (dominio de colisión y broadcast), el funcionamiento de dispositivos de interconexión y problemáticas comunes, como acceso al medio o la compartición de recursos.
- Protocolo de resolución de direcciones, ARP
- Conocer métricas relativas al rendimiento de una red como throughput, ocupación, retraso.
- Fundamentos de programación, uso de sistemas operativos Linux/Unix y familiaridad con analizadores de protocolos.

REQUISITOS

Prerrequisito:

- Interconexión de redes.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

1. CE 20 TELECOM. Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
2. CE 7 TELECOM. Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Genéricas:

6. USO EFICIENTE DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN - Nivel 2: Utilizar correctamente el instrumental, equipos y software de los laboratorios de uso específico o especializados, conociendo sus prestaciones. Realizar un análisis crítico de los experimentos y resultados obtenidos. Interpretar correctamente manuales y catálogos. Trabajar de forma autónoma, individualmente o en grupo, en el laboratorio.

Transversales:

3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 1: Llevar a cabo tareas encomendadas en el tiempo previsto, trabajando con las fuentes de información indicadas, de acuerdo con las pautas marcadas por el profesorado.
4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
5. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La metodología docente se basa fundamentalmente en el trabajo en el laboratorio de la asignatura.

Las sesiones de laboratorio irán precedidas, habitualmente, de breves resúmenes por parte del profesor seguidos de un turno de preguntas para aclarar las dudas que hayan surgido a los alumnos durante la preparación de cada sesión. Para eso, los/las alumnos/as dispondrán con antelación de un libro de prácticas que contendrá un cuerpo teórico de la materia de la asignatura y una descripción del trabajo de laboratorio para cada sesión. En el laboratorio, los/las alumnos/as montarán una serie de escenarios y estudiarán su funcionamiento. Por este motivo, el libro de laboratorio también incluye un conjunto de preguntas específicas en cada tema para ilustrar sus conceptos más importantes. Estas preguntas no se evaluarán directamente y los/las alumnos/as no deberán entregar ninguna documentación. El objetivo de la metodología es fomentar que los/las alumnos/as puedan seguir las ideas principales de cada tema experimentalmente, mientras recopilan datos que les servirán como a herramienta de estudio posterior. El objetivo de cada sesión es, por tanto, triple: 1) la consolidación mediante la experimentación de conceptos teóricos estudiados previamente de forma autónoma 2) el aprendizaje de uso y configuración de herramientas reales, y 3) la adquisición de datos para su estudio posterior.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al acabar la asignatura de Arquitectura y Protocolos de Internet, el/la estudiante debe ser capaz de:

- Explicar los principios del protocolo IP, el funcionamiento de un router, el problema del encaminamiento y el paradigma CIDR.
- Planificar el direccionamiento en una red.
- Distinguir entre encaminamiento interior exterior y los paradigmas de vector distancia, estado de enlace y camino distancia.
- Configurar diferentes protocolos de encaminamiento dinámico, explicar su funcionamiento y la interacción entre ellos.
- Aplicar la idea de sumariización de prefijos y de redistribución.
- Distinguir entre encaminamiento unicast, multicast y anycast.
- Explicar el funcionamiento y la estructura de Internet desde la perspectiva del encaminamiento.
- Explicar el sistema DNS. Configurar servidores DNS y gestionar el espacio de nombres de un dominio.
- Distinguir los niveles o capas de la pila de protocolos TCP/IP; en el modelo de Internet.
- Distinguir los protocolos de transporte más utilizados en Internet.
- Entender el modelo cliente-servidor.
- Entender el funcionamiento de servicios como el correo electrónico, web y VoIP y configurar servidores y clientes para ofrecer y recibir estos servicios.
- Explicar la funcionalidad de un cortafuegos y de un NAT. Configurar ambos tipos de funcionalidades en Linux

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	52,0	34.67
Horas actividades dirigidas	14,0	9.33
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:

Presentación de la asignatura y explicación del funcionamiento del laboratorio.

Resumen de los objetivos de la asignatura y relación con otras asignaturas del plan de estudios.

Actividades vinculadas:

Actividades A1, A13.

Dedicación: 0h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Direccionamiento IPv4 y encaminamiento IP

Descripción:

Repaso del direccionamiento IPv4.

Subnetting y supernetting.

Encaminamiento sin clases CIDR.

Tablas de encaminamiento y Longest-Prefix Matching.

Descripción funcional de un router.

Encaminamiento unicast estático.

Actividades vinculadas:

Actividades A1, A13.

Dedicación: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 3h

Encaminamiento IP unicast interior

Descripción:

Encaminamiento dinámico, algoritmos y protocolos de encaminamiento.

Protocolos RIPv2

Protocolo OSPF:

- LSAs y base de datos OSPF.
- División en áreas.

Actividades vinculadas:

Actividades A2, A3, A13.

Dedicación: 22h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 9h

Aprendizaje autónomo: 13h 30m

Encaminamiento IP multicast interior

Descripción:

Concepto y direccionamiento Multicast.

Protocolo IGMP para la gestión de grupos multicast.

Protocolo PIM-SM como ejemplo de protocolo de encaminamiento dinámico multicast.

Actividades vinculadas:

Actividades A4, A13.

Dedicación: 14h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 9h

Encaminamiento IP unicast exterior

Descripción:

Estructura de Internet, Sistemas Autónomos y ASNs.

Protocolo BGP4:

- Paradigma camino distancia.
- Funcionamiento de un router BGP4.
- Atributos y políticas de encaminamiento.

Actividades vinculadas:

Actividades A5, A13.

Dedicación: 24h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 30m

Aprendizaje autónomo: 15h

Introducción al protocolo IPv6

Descripción:

Problemática actual con IPv4.

Protocolo IPv6

- Diferencias respecto a IPv4 y formato de los paquetes.
- Direccionamiento IPv6.
- Encaminamiento IPv6.
- Funcionalidades nuevas: Multicast Listener Discovery, autoconfiguración, etc.

Problemática de la transición IPv4 a IPv6:

- Dual-Stacks.
- Túneles.

Actividades vinculadas:

Actividades A6, A13.

Dedicación: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

Protocolos de transporte en Internet

Descripción:

Funcionalidades y necesidad de la capa de transporte.

Protocolo UDP.

Protocolo TCP:

- Concepto de conexión, número de secuencia, número de reconocimiento y retransmisión.
- Ventana de transmisión, ventana del receptor, ventana de congestión y ventana útil.

Actividades vinculadas:

Actividades A7, A13.

Dedicación: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

El sistema de nombres de dominio (DNS)

Descripción:

Arquitectura del sistema DNS.

FQDNs, TLDs,RRs.

Concepto de dominio, zona y delegación.

Resolvers y servidores máster y esclavos.

Protocolo DNS.

Resolución recursiva e iterativa.

Despliegue en Internet.

Soporte de DNS para IPv6.

Actividades vinculadas:

Actividades A8, A13

Dedicación: 14h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 9h

El correo electrónico

Descripción:

Servicio de correo electrónico.

Protocolos SMTP, POP3 y IMAP4.

Encaminamiento del correo electrónico.

Actividades vinculadas:

Actividades A9, A13

Dedicación: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

La World Wide Web y el protocolo HTTP

Descripción:

Introducción a la World Wide Web (www).
Arquitecturas web.
Configuración de servidores web.
Protocolo HTTP.
Web estática.
Servicios web (REST).

Actividades vinculadas:

Actividades A10, A13

Dedicación: 14h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 9h

Cortafuegos (firewall) y traducción de direcciones de red (NAT)

Descripción:

Seguridad básica en red.
Firewalls con y sin estado.
Políticas y topologías. DMZs.
Proxies.
NATs: DNAT, SNAT y su utilidad.

Actividades vinculadas:

Actividades A11, A13.

Dedicación: 14h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 9h

Introducción al servicio de VoIP

Descripción:

Protocolo SIP y su aplicación al servicio de VoIP.
Introducción al protocolo SDP.
Introducción al protocolo RTP.

Actividades vinculadas:

Actividades A12, A13.

Dedicación: 14h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 9h

ACTIVIDADES

Direccionamiento IPv4 y encaminamiento IP unicast estático

Descripción:

En esta actividad se repasarán los conceptos de direccionamiento IPv4 y de encaminamiento IP y se configuraran rutas estáticas.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la funcionalidad y el funcionamiento genérico de un router.
- Explicar el paradigma de encaminamiento CIDR.
- Aplicar técnicas de subnetting para desplegar un plan de direccionamiento en una red y entender el proceso de agregación de prefijos (supernetting).
- Configurar las interfaces de un router.
- Configurar las tablas de encaminamiento de un router de forma estática.
- Explicar el proceso de elección de rutas en un router en función de la longitud de los prefijos.
- Entender el concepto de ruta por defecto y de métrica asociada a una ruta.
- Explicar el contenido y significado de los campos que forman una tabla de encaminamiento y el proceso de elección de rutas en función de sus métricas.
- Explicar los inconvenientes de la configuración estática de rutas.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Encaminamiento dinámico IP unicast interior. Protocolo RIP.

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el protocolo de encaminamiento dinámico interior unicast RIP.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la filosofía última del paradigma de encaminamiento vector distancia.
- Explicar la lógica última del algoritmo de Ford-Fulkerson/Bellman-Ford.
- Explicar el funcionamiento del protocolo RIP y el contenido y formato de sus mensajes.
- Configurar un router con el protocolo RIP y explicar el comportamiento de un router RIP.
- Explicar las ventajas del encaminamiento dinámico respecto del estático.
- Explicar las limitaciones del protocolo RIP y los mecanismos propuestos para solventarlos.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Encaminamiento dinámico IP unicast interior. Protocol OSPF

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el protocolo de encaminamiento dinámico interior unicast OSPF.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la filosofía última del paradigma de estado de enlace.
- Explicar la lógica última del algoritmo de Dijkstra.
- Explicar el funcionamiento del protocolo OSPF, los mensajes que utiliza y el proceso de distribución de estados de enlace.
- Configurar un router con el protocolo OSPF y explicar su funcionamiento.
- Desplegar el protocolo OSPF en diferentes áreas y aplicar sumarización de rutas.
- Explicar los diferentes elementos que componen una base de datos OSPF, su significado, su necesidad y su origen.
- Explicar procedimientos de elección de rutas de mismo coste.
- Hacer una comparativa con las ventajas/desventajas de los protocolos RIP y OSPF.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Encaminamiento IP multicast interior. Protocolo PIM-SM

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el protocolo IGMP y el protocolo PIM-SM.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad, el/la estudiante será capaz de:

- Explicar el paradigma de comunicación multicast, sus ventajas y los servicios que se pueden beneficiar de ella.
- Explicar las problemáticas que hay que solventar para ofrecer un servicio multicast en una red de conmutación de paquetes y cómo se solventan en redes IP.
- Identificar direcciones IP multicast.
- Explicar el funcionamiento del protocolo IGMP.
- Explicar la problemática del encaminamiento multicast.
- Explicar el funcionamiento del protocolo de encaminamiento multicast PIM-SM.
- Configurar el protocolo PIM-SM en un router.
- Explicar el papel que juegan diferentes tipos de routers en el protocolo PIM-SM.
- Explicar los diferentes mensajes que utiliza el protocolo PIM-SM y cómo se transmiten.
- Explicar el proceso de creación de árboles de distribución multicast, las diferencias entre árboles compartidos y de fuente y la estructura de una tabla de encaminamiento multicast.
- Explicar la relación entre el encaminamiento multicast y unicast.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software empleado.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Encaminamiento dinámico IP unicast exterior. Protocolo BGP

Descripción:

En esta actividad se estudiará de forma práctica el protocolo de encaminamiento dinámico exterior BGP4.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la estructura de Internet y el concepto de sistema autónomo.
- Explicar la motivación y necesidad de un protocolo de encaminamiento exterior y el paradigma de vector camino.
- Explicar el funcionamiento del protocolo BGP y los mensajes que utiliza.
- Explicar la funcionalidad de diferentes atributos BGP.
- Entender la funcionalidad genérica de un router BGP4 y los grados de libertad que ofrece.
- Explicar el proceso de elección de rutas en un router BGP.
- Configurar un router BGP4 y los atributos de las rutas para desplegar políticas de encaminamiento.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 22h 30m

Aprendizaje autónomo: 15h

Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m

Introducción al protocolo IPv6

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el protocolo IPv6.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la problemática del protocolo IPv4.
- Explicar el funcionamiento del protocolo IPv6 y sus diferencias con IPv4.
- Explicar el encaminamiento a IPv6.
- Explicar el proceso de autoconfiguración de hosts en IPv6.
- Configurar las direcciones de un router o host IPv6.
- Explicar la problemática de migración de IPv4 a IPv6.
- Configurar túneles.
- Configurar un protocolo de encaminamiento dinámico en una red IPv6.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Protocolos de transporte en Internet

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma teórica y práctica la necesidad y funcionalidades de la capa de transporte, y los protocolos de transporte estándar más utilizados: TCP y UDP.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad, el/la estudiante será capaz de:

- Explicar la necesidad de protocolos de transporte.
- Explicar el funcionamiento y las propiedades de diferentes protocolos de transporte.
- Explicar las diferencias entre protocolos de transporte.
- Explicar el procedimiento de establecimiento y cierre de una conexión TCP, la necesidad de ambos y la secuencia de estados que sigue una conexión TCP.
- Explicar las diferencias entre protocolos de transporte orientados o no a conexión.
- Explicar la funcionalidad de los diferentes campos de la cabecera TCP, como número de secuencia, número de reconocimiento, puertos, ventana anunciada y flags.
- Explicar el concepto de ventana y el mecanismo de control de flujo del protocolo TCP.
- Explicar el concepto de ventana de congestión.

Material:

Manual de la práctica y bibliografía recomendada.

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

El sistema de nombres de dominio (DNS)

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el funcionamiento del sistema DNS.

Objetivos específicos:

- Explicar la arquitectura del sistema DNS, sus componentes y la estructura del espacio de nombres de dominio
- Explicar el proceso de resolución de nombre de dominio y los elementos que intervienen en él
- Configurar un servidor DNS como master y slave
- Configurar los ficheros de zona de un servidor DNS y delegar subdominios
- Configurar un host para que utilice un servidor DNS
- Interrogar un servidor DNS con herramientas de diagnóstico
- Explicar el contenido y utilidad de diferentes RRs
- Utilizar herramientas de gestión de servidores DNS
- Explicar el soporte de DNS para IPv6

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

El correo electrónico (e-mail)

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el funcionamiento del correo electrónico.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad, el/la estudiante será capaz de:

- Explicar el funcionamiento de los protocolos SMTP, POP4 i IMAP3 y sus diferencias.
- Explicar el encaminamiento del correo electrónico y la relación con el sistema DNS.
- Configurar un servidor SMTP, POP e IMAP en Linux.
- Configurar clientes de correo y gestionar sus cuentas.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

La World Wide Web y el protocolo HTTP

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el funcionamiento de la WWW y el protocolo HTTP.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad el/la estudiante será capaz de:

- Explicar el protocolo HTTP: procedimientos básicos, tipos y formatos de mensajes.
- Explicar el funcionamiento de la WWW.
- Configurar un servidor Web para visualizar contenidos y ofrecer un cierto servicio.
- Configurar un servidor Web con diversos hosts virtuales y explicar la relación con el sistema DNS.
- Utilizar y configurar servicios web (REST).

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Cortafuegos (firewall) y traducción de direcciones de red (NAT)

Descripción:

En esta actividad, se estudiará de forma práctica el funcionamiento de un cortafuegos y de un NAT.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad, el/la estudiante será capaz de:

- Explicar el funcionamiento de un cortafuegos y de un NAT. Distinguir entre un firewall con estado o sin.
- Explicar la necesidad de NATs y las diferencias entre SNAT y DNAT.
- Explicar topologías de despliegues de cortafuegos e identificar sus ventajas y desventajas.
- Distinguir entre direcciones IP públicas y privadas.
- Configurar reglas sencillas en cortafuegos y NATs.
- Desplegar una política de seguridad en una red.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Introducción al servicio de VoIP

Descripción:

En esta actividad se introducirá de forma práctica el servicio de VoIP.

Objetivos específicos:

Una vez realizada la actividad, el/la estudiante será capaz de:

- Explicar las funciones y las cabeceras de los mensajes RTP (en especial los relacionados con el servicio de VoIP).
- Explicar la función y el formato de los mensajes SDP (especialmente los relacionados con el servicio de VoIP).
- Explicar las características básicas y el formato de los mensajes SIP.
- Desplegar y poner en marcha escenarios simples de VoIP.

Material:

Enunciado de la práctica, bibliografía recomendada y manual del software utilizado.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Actividades evaluables (controles y prácticas que se evalúan)

Descripción:

En estas actividades se evaluarán los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

Dedicación: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se aplicarán los criterios de evaluación definidos en la infoweb de la asignatura.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Las prácticas en el laboratorio son obligatorias. La falta de asistencia no justificada a 3 o más sesiones puede suponer la calificación de suspenso de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Stevens, W. Richard; Wright, Gary R.; Fall, Kevin R. TCP/IP illustrated. Reading, MA [etc.]: Addison-Wesley, 1994-1996. ISBN 0201633469.
- Stallings, William. Data and computer communications [en línea]. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education International, 2009 [Consulta: 22/12/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5173650>. ISBN 9780135071397.
- Keshav, Srinivasan. An engineering approach to computer networking : ATM networks, the internet, and the telephone network. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1997. ISBN 0201634422.
- Hall, Eric A. Internet core protocols : the definitive guide [en línea]. Cambridge, Mass.: O'Reilly, 2000 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=540757>. ISBN 1565925726.
- Huitema, Christian. Routing in the internet. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2000. ISBN 0130226475.
- Perlman, Radia. Interconnections : bridges, routers, switches, and internetworking protocols. 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley Pub. Co, 2000. ISBN 0201634481.

Complementaria:

- Halabi, Bassam. Internet routing architectures. Indianapolis: Cisco Press, 2001. ISBN 157870233X.
- Zwicky, Elizabeth D.; Chapman, D. Brent; Cooper, Simon. Building Internet Firewalls. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly & Associates, 2000. ISBN 1565928717.
- Doyle, Jeff; Carroll, Jennifer DeHaven. Routing TCP/IP. 2nd ed. Indianapolis: Cisco Press, 2005-2006. ISBN 9781587052026.
- Malhotra, Ravi. IP routing. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2002. ISBN 0596002750.
- Kosiur, David R. IP multicasting : the complete guide to interactive corporate networks. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471243590.