

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

Unitat responsable: 270 - FIB - Facultat d'Informàtica de Barcelona  
Unitat que imparteix: 701 - AC - Departament d'Arquitectura de Computadors  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria)  
GRAU EN ENGINYERIA FÍSICA (Pla 2011). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Anglès

### Professorat

Responsable: - Llorenç Cerdà Alabern (llorenc@ac.upc.edu)

Altres:

- David Carrera Pérez (dcarrera@ac.upc.edu)
- Davide Careglio (careglio@ac.upc.edu)
- German Santos Boada (german@ac.upc.edu)
- Jaime M. Delgado Merce (jaime@ac.upc.edu)
- Jordi Domingo Pascual (jordi.domingo@ac.upc.edu)
- Jorge García Vidal (jorge@ac.upc.edu)
- Jose Maria Barceló Ordinas (joseb@ac.upc.edu)
- Leandro Navarro Moldes (leandro@ac.upc.edu)
- Luc Etienne Jaulmes (luc.jaulmes@ac.upc.edu)
- Luis Domingo Velasco Esteban (lvelasco@ac.upc.edu)
- Manel Medina Llinàs (medina@ac.upc.edu)
- Marc Riera Villanueva (mriera@ac.upc.edu)
- Marc Ruiz Ramírez (mruiz@ac.upc.edu)
- Pere Barlet Ros (pbarlet@ac.upc.edu)

### Capacitats prèvies

Anglès tècnic com per llegir documentació, manuals i estàndards.

Coneixements bàsics sobre estructura de computadors: Elements principals d'un ordinador, dispositius d'entrada/sortida, bus, accés directe a memòria, interrupcions.

Coneixements bàsics sobre sistemes operatius: UNIX a nivell d'usuari, organització d'un SO, drivers, processos, comunicació entre processos, estructures de dades.

### Requisits

- Pre-Corequisit SO

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

- CT2.3. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions, sistemes i serveis informàtics i, al mateix temps, assegurar-ne la fiabilitat, la seguretat i la qualitat en funció de principis ètics i de la legislació i la normativa vigents.
- CT2.4. Demostrar coneixement i capacitat per a aplicar les eines necessàries a l'emmagatzematge, el processament i l'accés als sistemes d'informació, fins i tot els que es basen en la web.
- CT3.6. Demostrar coneixement de la dimensió ètica a l'empresa: la responsabilitat social i corporativa en general i, en particular, les responsabilitats civils i professionals de l'enginyer en informàtica.
- CT6.1. Demostrar coneixement i tenir capacitat per a administrar i mantenir sistemes, serveis i aplicacions

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

informàtiques.

CT6.2. Demostrar coneixement, comprensió i capacitat d'avaluar l'estructura i l'arquitectura dels computadors, i els components bàsics que els componen.

CT6.4. Demostrar coneixement i capacitat d'aplicació de les característiques, de les funcionalitats i de l'estructura dels Sistemes Distribuïts i de les Xarxes de Computadors i d'Internet que en garanteixi l'ús i l'administració, així com el disseny i la implementació d'aplicacions basades en elles.

CT7.1. Demostrar coneixement de les mètriques de qualitat i saber-les utilitzar.

CT7.2. Avaluar sistemes hardware/software en funció d'un criteri de qualitat determinat.

CT7.3. Determinar els factors que incideixen negativament en la seguretat i la fiabilitat d'un sistema hardware/software, i minimitzar-ne els efectes.

CT8.1. Identificar tecnologies actuals i emergents i avaluar si són aplicables, i en quina mesura, per a satisfer les necessitats dels usuaris.

CT8.4. Elaborar el plec de condicions tècniques d'una instal·lació informàtica que compleixi els estàndards i la normativa vigent.

Genèriques:

G7. Detectar carències en el coneixement propi i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement. Capacitat per a l'aprenentatge de nous mètodes i tecnologies, i versatilitat per a adaptar-se a noves situacions.

### Metodologies docents

L'assignatura està formada per classes teòriques i de laboratori. En les classes teòriques s'explicaran els conceptes i es faran problemes relacionats. L'alumne disposarà d'una col·lecció de problemes que es resoldran en classe.

El laboratori serà una part important de l'assignatura. L'alumne disposarà d'un quadern de laboratori, que haurà d'adquirir a l'inici de curs, amb una breu explicació teòrica i un guió de cada pràctica. Les sessions de laboratori presencials estaran programades perquè es facin després d'haver vist els conceptes relacionats en les classes teòriques. L'alumne haurà de preparar la pràctica, repassant els conceptes teòrics relacionats abans de la sessió presencial. Al final de cada sessió presencial hi haurà un minicontrol d'avaluació.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Ser capaç d'identificar les funcions principals associades als protocols de nivell físic, enllaç, xarxa, transport i aplicació d'una xarxa de computadors. Ser capaç d'identificar a quin nivell pertany un protocol.

2. Ser capaç d'identificar les aplicacions que fan servir el paradigma client-servidor i distingir entre ports efímers i well-known.

3. Ser capaç de predir el funcionament dels protocols, i interpretar el contingut dels missatges que fan servir les aplicacions web, ftp, email i dns.

4. Ser capaç d'interpretar la representació electrònica de documents (html i xml).

5. Ser capaç d'interpretar els camps de la capçalera IP, fragmentació de datagrames IP, missatges que generen els protocols ARP, ICMP.

6. Ser capaç de interpretar el contingut d'una taula d'encaminament i deduir-ne el contingut. Ser capaç de predir el comportament i els missatges que genera el protocol d'encaminament RIP. Ser capaç de dissenyar l'assignació d'adreces d'una xarxa IP, distinció entre adreces públiques i privades i l'ús de NAT.

7. Ser capaç de dissenyar la configuració bàsica d'un firewall (NAT, llistes d'accés i túnels).

8. Ser capaç de diferenciar el servei i funcions dels protocols TCP i UDP, així com d'interpretar el contingut de les

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

capçaleres del datagrames UDP i segments TCP.

9. Ser capaç de fer diagrames de temps que modelin el comportament d'un protocol ARQ, i en particular TCP.

10. Ser capaç de predir el comportament del control de flux i congestió de TCP. En concret, el funcionament de la finestra advertida, i els mecanismes de retransmissió de segments, finestra de congestió i algorismes de slow-start i congestion-avoidance.

11. Ser capaç d'estimar la velocitat efectiva d'una connexió TCP en diferents condicions (retards, velocitats de transmissió dels enllaços, pèrdues de segments, etc).

12. Ser capaç de fer diagrames de temps representatius del protocols MAC de les xarxes d'àrea local estudiades.

13. Ser capaç de deduir els mecanismes de control de flux actius en una xarxa d'àrea local, com es reparteix el tràfic de les estacions segons la topologia i els dispositius (hubs, commutadors i routers). Saber distingir entre dominis de col·lisió, i broadcast. Ser capaç de configurar VLANs/trunks, i determinar la topologia de la xarxa en funció de les VLANs configurades.

14. Ser capaç de determinar els colls d'ampolla d'una xarxa d'àrea local, i calcular la velocitat efectiva segons diferents condicions de tràfic.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	15h	10.00%
	Hores grup petit:	15h	10.00%
	Hores activitats dirigides:	6h	4.00%
	Hores aprenentatge autònom:	84h	56.00%

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

### Continguts

#### Introducció

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Introducció a Internet, xarxa de paquets organismes d'estandardització i el model de referència OSI de ISO.

#### Xarxes IP

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Conèixer el format d'un datagrama IP. Tenir destresa amb el coneixement de l'adreçament IP, numeració, adreces públiques i privades, subnetting. Conèixer els altres protocols de suport a IP (ICMP, ARP, DHCP). Saber com s'encamina un datagrama, què és la taula d'encaminament i conceptes dels algorismes d'encaminament IGP i EGP. Nocions bàsiques de NAT i seguretat en xarxes IP: Concepte de firewall i xarxes privades virtuals.

#### El protocol TCP

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Conèixer el nivell de transport i les seves funcions més importants: Nocions sobre els protocols per a la recuperació automàtica d'errors (ARQ). Nivell de transport en xarxes TCP/IP: Els protocols UDP i TCP, en particular, els mecanismes de control de flux i control de congestió de TCP. Interfície de les aplicacions amb el nivell de transport (sockets).

#### Xarxes d'àrea local

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Conèixer els diferents medis de transmissió i cablatge estructurat. Conèixer els principis dels protocols d'accés a un medi compartit en una xarxa d'àrea local. Protocol Ethernet, commutadors, VLANs i trunking. Nocions sobre les xarxes sense fils i el protocol 802.11 (WiFi).

#### Aplicacions en xarxa

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Conèixer el paradigma client-servidor que fan servir les aplicacions en les xarxes TCP/IP, així com les aplicacions més importants (web, email, dns) i els protocols que fan servir (http, smtp). Conèixer alguns formats de la representació de documents de les aplicacions (html, xml).



## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

### Planificació d'activitats

Desenvolupament del tema "Introducció"	<p>Dedicació: 3h          Grup gran/Teoria: 2h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 0h          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 1h</p>
Desenvolupament del tema "Aplicacions en xarxa"	<p>Dedicació: 18h          Grup gran/Teoria: 6h          Grup mitjà/Pràctiques: 2h          Grup petit/Laboratori: 0h          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 10h</p>
Laboratori d'aplicacions en xarxa	<p>Dedicació: 2h 42m          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 1h 42m          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció:          Comprensió dels protocols HTTP, SMTP, POP3 i DNS. Ús de les eines de sistema per a monitoritzar-ne l'activitat i estudiar-ne el format i característiques.</p> <p>Objectius específics:          3</p>	
Minicontrol del Laboratori d'aplicacions en xarxa	<p>Dedicació: 0h 18m          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 0h 18m          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 0h</p>
<p>Objectius específics:          1, 2, 3</p>	
Pràctica de llenguatges de representació de continguts	<p>Dedicació: 6h          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 0h          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 6h</p>

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

**Descripció:**

Explorar la utilització dels llenguatges HTML i XML per a representar continguts.

**Objectius específics:**

4

**Pràctica de sockets**

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 0h

Grup mitjà/Pràctiques: 0h

Grup petit/Laboratori: 0h

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 5h

**Descripció:**

Desenvolupar una aplicació client/servidor que utilitzi l'API de C de sockets per a comunicar-se. Caldrà desenvolupar un codi TCP així com un de UDP.

**Objectius específics:**

2, 8

**Desenvolupament del tema "Xarxes IP"**

**Dedicació:** 25h 30m

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m

Grup petit/Laboratori: 0h

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 12h

**Laboratori de comandes bàsiques per a la configuració del nivell IP amb UNIX**

**Dedicació:** 2h 42m

Grup gran/Teoria: 0h

Grup mitjà/Pràctiques: 0h

Grup petit/Laboratori: 1h 42m

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 1h

**Descripció:**

Configuració d'interfícies, afegir entrades a la taula d'encaminament, fitxer /etc/hots, comandes bàsiques: ping, traceroute, tcpdump. Laboratori presencial.

**Objectius específics:**

5

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

<p>Minicontrol del Laboratori de comandes bàsiques per a la configuració del nivell IP amb UNIX</p>	<p>Dedicació: 0h 18m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 0h 18m Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h</p>
<p>Objectius específics: 1, 2, 3, 5, 6</p>	
<p>Laboratori de Routers CISCO: IOS</p>	<p>Dedicació: 2h 42m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 1h 42m Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció: Estructura d'un router, modes de configuració d'IOS, configuració d'interfícies, afegir entrades a la taula d'encaminament, comandes show, running-config.</p> <p>Objectius específics: 5, 6</p>	
<p>Minicontrol del Laboratori de Routers CISCO: IOS</p>	<p>Dedicació: 0h 18m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 0h 18m Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h</p>
<p>Objectius específics: 1, 2, 3, 5, 6</p>	
<p>Laboratori d'encaminament dinàmic: RIPv1 y RIPv2</p>	<p>Dedicació: 2h 42m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 1h 42m Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció: Configurar RIP en un router CISCO. Capturar missatges d'update i veure com es construeix la taula d'encaminament.</p> <p>Objectius específics: 6</p>	



## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

<p>Minicontrol del Laboratori d'encaminament dinàmic: RIPv1 y RIPv2</p>	<p>Dedicació: 0h 18m          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 0h 18m          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 0h</p>
<p>Objectius específics:          1, 2, 3, 5, 6</p>	
<p>Laboratori d'ACLs (Access Lists) i NAT amb IOS</p>	<p>Dedicació: 2h 42m          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 1h 42m          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció:          Configuració d'ACLs estàndard i esteses en IOS. Configuració de NAT.</p> <p>Objectius específics:          7</p>	
<p>Minicontrol del Laboratori d'ACLs (Access Lists) i NAT amb IOS</p>	<p>Dedicació: 0h 18m          Grup gran/Teoria: 0h          Grup mitjà/Pràctiques: 0h          Grup petit/Laboratori: 0h 18m          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 0h</p>
<p>Objectius específics:          1, 2, 3, 5, 6, 7</p>	
<p>Desenvolupament del tema "El protocol TCP"</p>	<p>Dedicació: 23h 30m          Grup gran/Teoria: 7h          Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m          Grup petit/Laboratori: 0h          Activitats dirigides: 0h          Aprenentatge autònom: 12h</p>

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

Laboratori de TCP i tcpdump	Dedicació: 2h 42m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 1h 42m Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 1h
Objectius específics: 8, 9, 10, 11	
Minicontrol del Laboratori de TCP i tcpdump	Dedicació: 0h 18m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 0h 18m Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 0h
Objectius específics: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11	
Desenvolupament del tema "Xarxes d'àrea local"	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 10h
Laboratori de switches	Dedicació: 2h 42m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 1h 42m Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 1h
Descripció: Configuració de VLANs i enllaços trunk entre switches i routers CISCO.	
Minicontrol del Laboratori de switches	Dedicació: 0h 18m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 0h 18m Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 0h

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

Objectius específics:

1, 2, 3, 5, 6, 11, 13, 14

Examen final de laboratori

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 0h

Grup mitjà/Pràctiques: 0h

Grup petit/Laboratori: 0h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Minicontrol del Laboratori d'aplicacions en xarxa

Dedicació: 0h

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 0h

Descripció:

Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.

Minicontrol del Laboratori de comandes bàsiques per a la configuració del nivell IP amb UNIX

Dedicació: 0h

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 0h

Descripció:

Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.

Minicontrol del Laboratori de Routers CISCO: IOS

Dedicació: 0h

Activitats dirigides: 0h

Aprenentatge autònom: 0h

Descripció:

Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.

C: Control 1

Dedicació: 5h 30m

Activitats dirigides: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 4h

Descripció:

Avaluació dels temes: Introducció i Xarxes IP

Objectius específics:

1, 2, 5, 6, 7

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

Minicontrol del Laboratori d'encaminament dinàmic: RIPv1 y RIPv2	Dedicació: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h
<p>Descripció: Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.</p>	
Minicontrol del Laboratori d'ACLs (Access Lists) i NAT amb IOS	Dedicació: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h
<p>Descripció: Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.</p>	
C: Control 2	Dedicació: 5h 18m Activitats dirigides: 1h 18m Aprentatge autònom: 4h
<p>Descripció: Avaluació del tema TCP.</p> <p>Objectius específics: 8, 9, 10, 11</p>	
Minicontrol del Laboratori de tcp i tcpdump	Dedicació: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h
<p>Descripció: Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.</p>	
Minicontrol del Laboratori de switches	Dedicació: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h
<p>Descripció: Control de 15 minuts realitzat al final de la sessió de laboratori.</p>	
EL: Examen final de laboratori	Dedicació: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 0h

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

**Descripció:**

L'examen final de laboratori es farà la última setmana de classes presencials com AD (és a dir, a part de les sessions presencials de laboratori).

**Objectius específics:**

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13

**EF: Examen Final de teoria**

Dedicació: 8h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 5h

**Objectius específics:**

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

**C: Control 3**

Dedicació: 5h 18m

Activitats dirigides: 1h 18m

Aprenentatge autònom: 4h

**Descripció:**

S'avalua el contingut dels temes: LANs i Aplicacions

**Objectius específics:**

3, 4, 13, 14

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura tindrà dues components: laboratori (25%) i teoria (75%). És a dir:

$$NF = 0.25 * NL + 0.75 * NT$$

On:

NF = Nota final de l'assignatura.

NL = Nota de Laboratori.

NT = Nota de Teoria.

La nota de laboratori es calcularà a partir de la mitjana obtinguda en les pràctiques (25%) i la nota de l'examen final de laboratori (75%). Les pràctiques de laboratori presencials s'avaluaran amb un minicontrol que es farà al final de cada sessió de pràctiques. Les pràctiques no presencials s'avaluaran amb un examen a final de curs. Per poder fer els minicontrols en cada sessió presencial, cal entregar un informe previ a l'inici de la sessió. Si no s'entrega no es pot fer el minicontrol, i la nota d'aquest serà 0.

La nota de teoria (NT) es pot obtenir mitjançant l'avaluació contínua (NC) o mitjançant l'examen final (EF), i es calcularà com  $NT = \max(NC, EF)$ . L'avaluació contínua consisteix en la realització de 3 controls amb un pes del 40% (primer control, C1), 40% (segon control, C2) i 20% (tercer control, C3). És a dir:

$$NC = 0.4 * C1 + 0.4 * C2 + 0.2 * C3.$$

Si un alumne té una nota NC i NF major o igual a 5, però vol fer l'examen final per pujar nota, aleshores ho ha de comunicar al coordinador de l'assignatura.

Incentiu a l'estudi. Es pujarà 1 punt la nota final (NF) als alumnes que compleixin les següents condicions:

- 1) Entregar els problemes de seguiment que es proposaran durant el curs en el termini indicat.
- 2) Aprovar com a mínim 1 dels controls de l'assignatura.
- 3) Tenir una nota de teoria (NT) i de laboratori (NL) major o igual a 5.

La nota de la competència transversal es calcula com la mitjana de les notes de l'examen final de laboratori de les pràctiques presencials i les pràctiques no presencials.

## 270016 - XC - Xarxes de Computadors

### Bibliografia

#### Bàsica:

Kurose, J.F.; Ross, K.W. Computer networking: a top-down approach [en línia]. 7th ed. Boston (Mass.): Pearson, 2017 [Consulta: 04/09/2019]. Disponible a: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5187270>>. ISBN 9781292153599.

Stallings, W. Data and computer communications. 10th ed. Boston: Pearson/Prentice Hall, 2014. ISBN 0133506487.

Tanenbaum, A.S.; Wetherall, D.J. Computer networks. 5th. ed., new int. ed. Harlow: Pearson Education, 2013. ISBN 9781292024226.

Cerdà Alabern, L. Xarxes de computadors: conceptes bàsics [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 04/09/2019]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36267>>. ISBN 9788483019344.

#### Complementària:

Fall, K.R.; Stevens, W.R. TCP/IP illustrated: Vol. 1: the protocols. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2012. ISBN 9780321336316.

Comer, D.E. Internetworking with TCP/IP: vol.1: principles, protocols and architecture. 6th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall International, 2014. ISBN 9780136085300.

Møller, A.; Schwartzbach, M.I. An introduction to XML and Web technologies. Harlow, England: Addison-Wesley, 2006. ISBN 9780321269669.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

<http://www.ietf.org/>

Hi ha els grups de treball que discuteixen i elaboren els estàndards d'Internet.

<http://www.w3.org/Consortium>

Desenvolupa estàndards web

<ftp://ftp.upc.es/pub/doc/rfc/>

Magatzem d'RFCs de l'UPC

[http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/ito\\_doc.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/ito_doc.html)

Tutorials CISCO

<http://www.isoc.org/>

Promou l'estandardització i difusió d'Internet.