

T7

Nivell enllaç

Xarxes de Computadors i Aplicacions

PAU ARTIGAS, DAVID CARRERA i JORDI TORRES
Departament d'Arquitectura de Computadors
UPC, setembre - 2009

UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres;
v1.1

1

Nivell enllaç

- 1. Introducció (tipus enllaç, ppp o broadcast)**
- 2. Detecció i correcció d'errors**
- 3. LANs**
 - **Accés a medis compartits**
 - **Topologies i cablejat**
 - **IEEE 802 (802.2, 802.3, 802.5)**
 - **Concentradors i commutadors**
- 4. PPP**

UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres;
v1.1

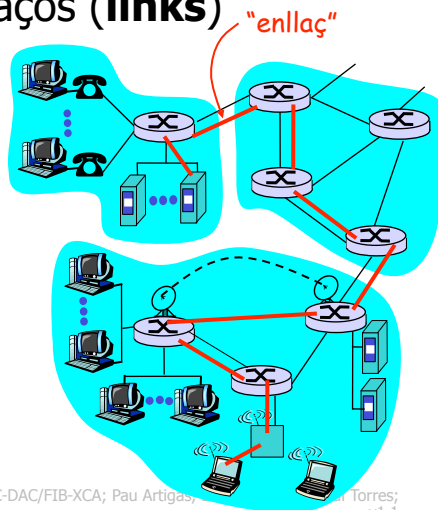
2

1. Introducció

- Els **nodes** (hosts o routers) estan connectats amb enllaços (**links**)

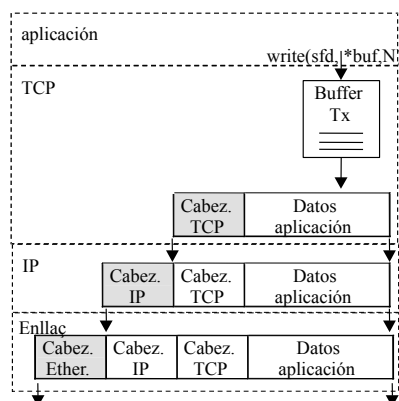
- El que es transporta s'anomena **trama**

- Tipus de canals:
 - **Broadcast**
 - **Punt a punt**



1. Introducció

- El nivell enllaç encapsula les dades del nivell xarxa
- En cada enllaç del camí d'un datagrama el nivell enllaç pot ser diferent
- Aquest nivell ofereix serveis al nivell de xarxa



1. Introducció

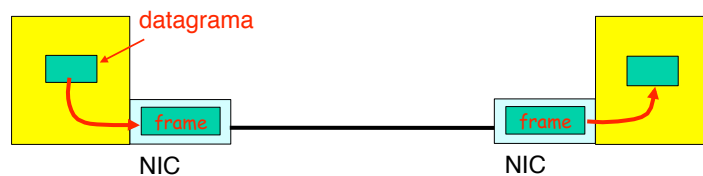
- Serveis que pot oferir el nivell enllaç:
 - **Entramat:** transportar les dades en una trama, amb una possible adreça origen i destí de nivell enllaç
 - **Accés al medi:** l'accés al canal de comunicació no sempre és exclusiu i pot requerir certa coordinació entre nodes
 - **Fiabilitat:** alguns medis que tendeixin a introduir errors poden afegir protocols de retransmissió per a no obligar sempre a fer-ho al nivell transport

1. Introducció

- **Control de flux:** els nodes connectats per un enllaç no tenen buffers infinits i requereixen un control de la quantitat de dades enviades (finestra lliscant)
- **Detecció d'errors:** a nivell físic es poden produir problemes de transmissió, que si és possible, s'han de detectar
- **Correcció d'errors:** a part de detectar l'error es determina quin ha estat i es repara
- **Full duplex/Half duplex:** Els dos extrems d'un enllaç poden emetre simultàniament en full duplex, però no en half duplex

1. Introducció

- El protocol usat per la interfície de xarxa es troba implementat en un adaptador (i el seu corresponent driver de sistema)
- Els adaptadors s'acostumen a anomenar Network Interface Cards, o NIC
- Quan rep dades realitza control errors, control de flux...

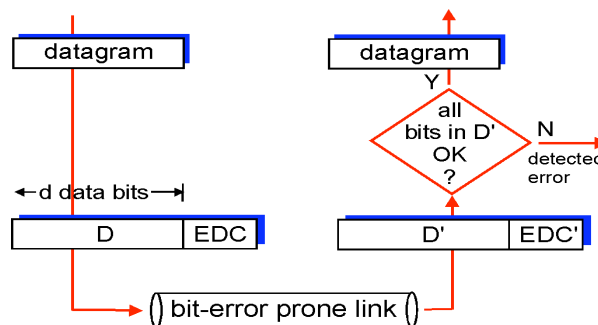


UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; v1.1

7

2. Detecció i correcció d'errors

- El nivell enllaç acostuma a realitzar tasques de control d'errors i correcció d'errors **a nivell de bit** en les trames que es reben
- No 100% fiable!!
- Funcionament basat en l'inclusió de bits extrems



rera i Jordi Torres; v1.1

8

2. Detecció i correcció d'errors

- Tècniques habituals:
 - Control de paritat
 - Checksumming
 - CRC

2. Detecció i correcció d'errors

- Un cop detectat un error, com es resol?
 - Correcció d'errors ARQ (Automatic Repeat Request)
- Tipus de protocols:
 - Idle-RQ
 - Stop&Wait
 - Continuous-RQ
 - Selective Repeat
 - Go-back-N

2. Detecció i correcció d'errors

- **Idle-RQ:** el transmissor s'atura
 - **Stop&Wait:** El transmissor no envia una dada fins que no sap que el receptor ha rebut l'anterior correctament
- **Continuous-RQ:** el transmissor no s'atura
 - **Go-back-N:** Es retransmeten totes les dades a partir de la detecció de l'error i no es reaprofitja el que ja s'havia enviat posteriorment
 - **Selective Repeat:** Es retransmeten trames individuals que contenen errors

3. LANs

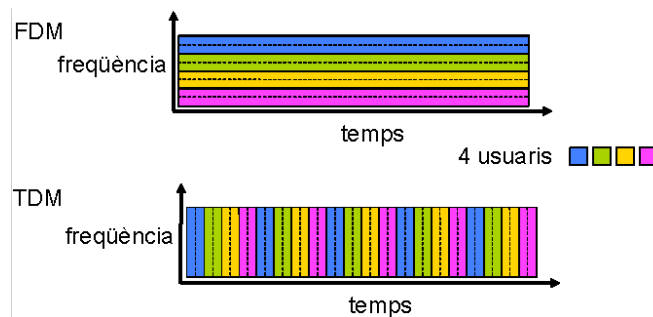
- Tipus de canals de comunicació:
 - Connexions punt a punt
 - Xarxes de difusió (broadcast)
- Les xarxes de difusió necessiten gestionar l'accés al medi compartit, per a evitar interferències:
 - Protocols **MAC:** Medium Access Control

3. LANs: Accés a medis compartits

- Tres possibles maneres de control:
 - **Particionament del canal**
 - Dividir el canal entre els "usuaris" (time slots, freqüència...) per a evitar colisions
 - **Accés aleatori**
 - Es permeten colisions, i s'implanten mecanismes de recuperació
 - **Per torns**
 - Coordinació entre els equips per a evitar colisions

3. LANs: Accés a medis compartits

- **Particionament del canal**
 - TDM (Time Division Multiplexing)
 - FDM (Frequency Division Multiplexing)



3. LANs: Accés a medis compartits

- **Accés aleatori:**
 - El protocol especifica
 - Com detectar colisions
 - Com recuperar-se de les colisions
- Exemples de protocols:
 - ALOHA
 - CSMA/CD

3. LANs: Accés a medis compartits

- **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - Accés múltiple amb detecció de portadora i detecció d'errors
 - El protocol primer "escolta" el medi abans de transmetre dades (si algú ja està transmetent, s'espera per a evitar colisions) (no és infalible!)
 - Si dos estacions comencen alhora en un medi on no hi ha dades, colisionaran
 - Si es detecta una colisió, l'estació transmissora avisa les altres estacions, s'espera una quantitat aleatòria de temps i torna a intentar la transmissió

3. LANs: Accés a medis compartits

- **Per torns**

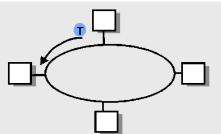
- Dos tipus:

- Polling

- Una estació "master" invita a les estacions esclaves a transmetre (fa arbitratge)
- Problema: un sol punt de fallada -> master

- Pas de token

- Les estacions es passen un "token" (relleu)
- L'estació que disposa del token pot transmetre
- Problema: un sol punt de fallada -> token

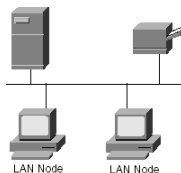


UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; v1.1 17

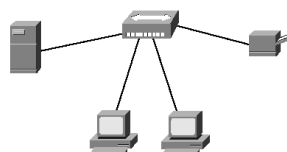
3. LANs: Topologies i cablejat

- Les LANs que usen cablejat (aquelles no inalàmbriques), es poden caracteritzar per la seva **topologia** (física o lògica poden ser diferents):

- Bus:



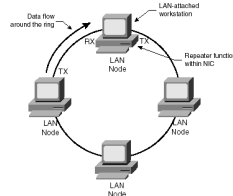
- Estrella:



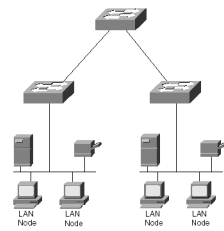
gas, David Carrera i Jordi Torres; v1.1 18

3. LANs: Topologies i cablejat

– Anell:



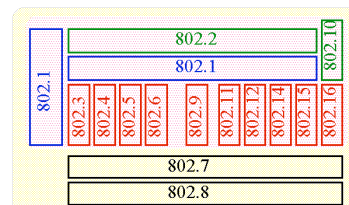
– Arbre



UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 19
v1.1

3. LANs: IEEE 802

- El conjunt d'estandards definits en una sèrie de RFCs anomenades conjuntament IEEE 802 defineixen un conjunt de protocols de nivell enllaç
- Aquest nivell es divideix en 2 subnivells:
 - El nivell d'enllaç lògic (LLC): 802.2
 - El nivell d'accés al medi (MAC):
 - 802.3, 802.4, 802.5 ... 802.11



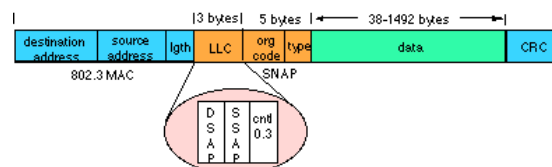
UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 20
v1.1

3. LANs: IEEE 802.3

- Nivell MAC 802.3 -> conegut típicament com a Ethernet
- En realitat, ethernet era un protocol anterior creat per Xerox, que després va ser ampliat per DEC i Intel i que va acabar sent la base del IEEE 802.3 (el més extès actualment)
- El protocol es basa en CMA/CD operant a velocitats de 1 a 10 Mbps

3. LANs: IEEE 802.3

- Camps:
 - Adreces origen i destí
 - Adreces MAC (o físiques) del NIC / 48 bits per adreça
 - Longitud de la trama
 - Bytes en el camp de dades (de 0 a 1492)
 - Capçalera 802.2 (LLC)
 - Dades
 - CRC



3. LANs: IEEE 802.3

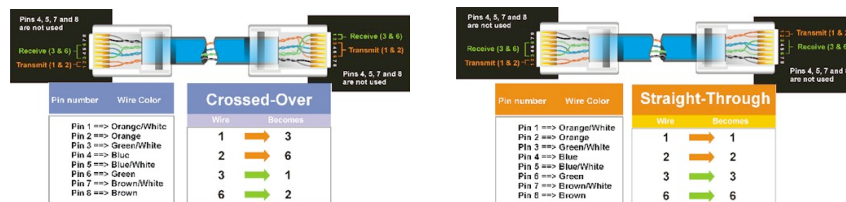
- Cablejat (10 Mbps):

Network	Unix IP SAP: 80	IBM Netbios SAP: f0	Novell IPX SAP: E0
Data Link	IEEE 802.2 Logical Link Control Layer (LLC)		
	IEEE 802.3 CSMA/CD Medium Access Control Layer		
Physical	802.3 - 10Base5	802.3a - 10Base2	802.3i - 10BaseT

- 10BaseT
 - Ethernet over **Twisted Pair** Media / Long màxima: 100 m
- 10BaseF
 - Ethernet over **Fiber** Media / Long màxima: 2000 m
- 10Base2
 - Ethernet over **Thin Coaxial** Media / Long màxima: 200 m
- 10Base5
 - Ethernet over **Thick Coaxial** Media / Long màxima: 500 m

3. LANs: IEEE 802.3

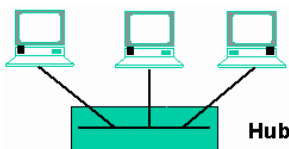
- Els cables poden ser paral·lels o creuats



3. LANs: IEEE 802.3

- Concentradors:

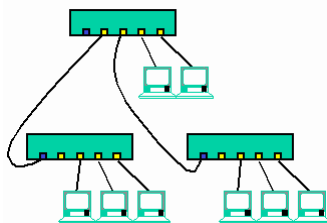
- Per tal d'unir diferents **segments** de tipus 10Base-T s'utilitza un concentrador (**hub**), que internament és un bus
- Crea una topologia lògica de **bus**, però física d'**estrella**
- Els equips es connecten utilitzant cables directes (no creuats). El hub fa el creuament internament
- Creen un sol **domini de col·lisió** (el bus funciona en mode broadcast, tot s'envia a tothom)



UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 25
v1.1

3. LANs: IEEE 802.3

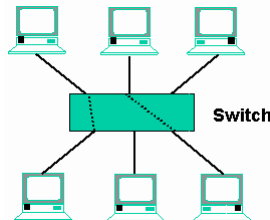
- Els hubs es poden connectar en cascada: existeix un port que s'anomena **uplink!** (no està creuat internament)



UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 26
v1.1

3. LANs: IEEE 802.3

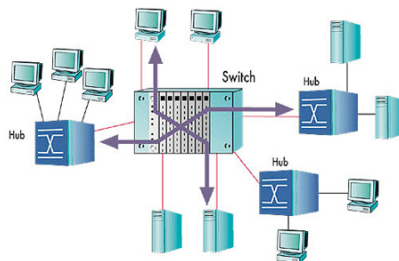
- Commutadors:
 - Per tal d'evitar els problemes derivats de la creació de dominis de colisió molt grans, s'usen commutadors (**switch**)
 - Cada segment connectat a un switch és un domini de colisió independent
 - El switch no reenvia per tots els ports les dades que rep per un d'ells (no fa broadcasting)



Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 27
v1.1

3. LANs: IEEE 802.3

- Concetradors i commutadors es poden combinar (tots els equips interconnectats amb un hub formen un domini de colisió independent)
- Poden funcionar en mode full-duplex



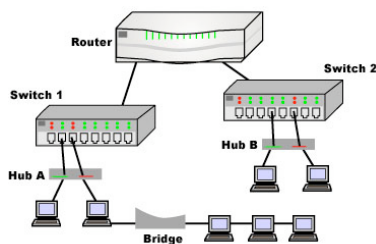
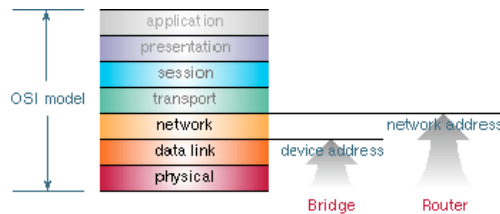
UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; 28
v1.1

3. LANs: IEEE 802.3

- Un switch coneix els equips que té connectats
 - Emmagatzema les adreces MAC dels equips que té connectats
- Només reenvia pel port que toca

3. LANs: Enllaç entre protocols

- Es pot fer utilitzant un bridge o un router
 - Bridge: Nivell 2
 - Router: Nivell 3
- Ajuda a reduir tr



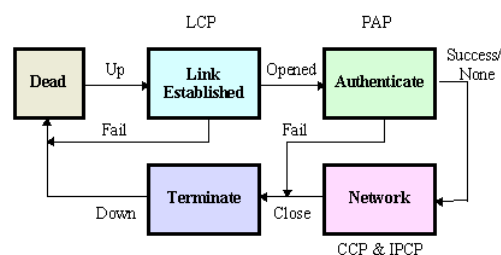
4. PPP: Point to Point Protocol

- Protocol per a transportar datagrames multi-protocol a través d'enllaços punt a punt (RFC 1661)
- Tres funcions principals:
 - Encapsulament
 - Gestió de l'enllaç
 - Link Control Protocol (LCP)
 - Cooperació amb el nivell de xarxa
 - Network Control Protocol (NCP)

UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; v1.1 31

4. PPP: Point to Point Protocol

- PPP Link-Control Protocol
 - Mecanismes de control de la connexió
 - establishing
 - configuring
 - maintaining
 - terminating



UPC-DAC/FIB-XCA; Pau Artigas, David Carrera i Jordi Torres; v1.1 32