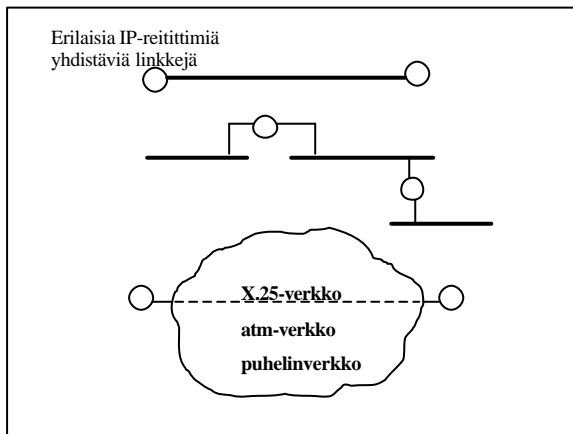
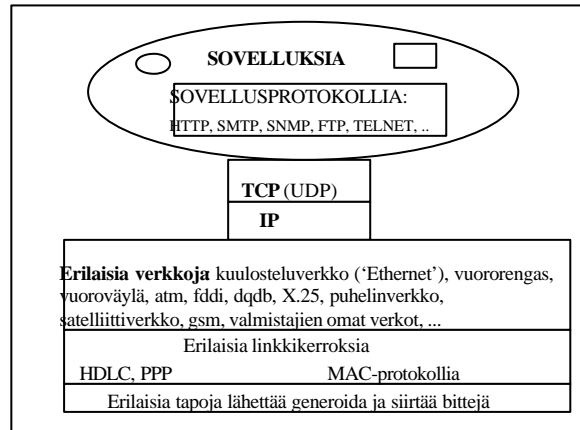


Erilaisia verkkoja

LAN, MAN ja WAN

16.11.2001 1



- ## Paljon erilaisia verkkoja!
- LAN
 - Ethernet
 - Vuororengas (802.4, Token Ring)
 - langaton lähiverkko (wireless LAN, 802.11)
 - atm
 - MAN
 - FDDI, DQDB
 - WAN
 - puhelinverkko, X.25, kehysvälitys (frame relay)
 - atm

Lähiverkkostandardi IEEE 802:

LAN- ja MAN-verkoille

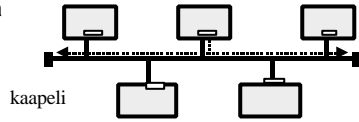
- 802.1 Johdanto, rajapintaprimitiivit
- 802.2 LLC (Logical Link Control)
- 802.3 CSMA/CD (kuulosteluväylä)
- 802.4 Token bus (vuoroväylä)
- 802.5 Token ring (vuororengas)
- 802.6 DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
- 802.11 langaton LAN

16.11.2001 5

- ## Ethernet-lähiverkko
- **Yleisin lähiverkkoteknologia**
 - **CSMA/CD (kuulosteluväylä)**
 - kuunnellaan, ja jos vapaa, lähetetään
 - jos syntyy törmäys, odotetaan satunnainen aika
 - binary exponential backoff
 - ei kuittauksia, ei prioriteettejä
 - paljon erilaisia kokoonpanoja
 - 10BASE5, 10BASE2, 10BASE-T, 10BROAD36, 10BASE-F
 - 100BASE-T
 - 1000BASE-LX, 1000BASE-SX (kuitu)

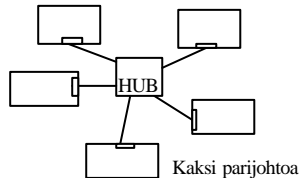
Eetteriverkon rakenne

☉ väylä



◆ tähti

- hub toimii toistimen tavoin



Vuororengas (802.5)

☉ rengas on ketju kaksipisteyhteyksiä

- ei siis yleislähetystä
- tekniikka hallussa
 - digitaalitekniikkaa (melkein kokonaan)
 - kierretty pari
 - koaksiaalikaapeli
 - valokuitu
- IBM:n valinta
- enää melko vähäisessä käytössä

16.11.2001

8

Lähetys vuororengaassa

- ☉ renkaassa kiertää vuoromerkki
 - erityinen bittikuvio
- ☉ vuoromerkkin tulee mahtua renkaaseen
 - kunkin aseman aiheuttama viive (1 bitti)
 - öisin keinotekoinen viive
 - siirtoviive
- ☉ kuuntelu moodi
 - kopioi bittejä sisääntulosta ulosmenoon

16.11.2001

9

☉ lähetysmoodi

- vain jos on vuoromerkki
- omaa dataa siirretään ulosmenoon
- ☉ lähetetyt bitit kiertävät koko renkaan ja lähettäjä poistaa ne
 - voi tutkia, onko kehyksissä virheitä
- ☉ lopetettuaan lähettäjä lähettää vuoromerkkin renkaaseen
 - rengas ei rajoita kehysten kokoa

16.11.2001

10

- ☉ jos kevyt kuorma
 - vuoromerkki kiertele renkaassa
 - joskus joku lähettää
- ☉ jos raskas kuorma
 - kaikilla asemilla jonoa
 - kaikki lähettävät maksimimäärän ja siirtävät vuoromerkkin seuraavalle
- renkaan suoritusnopeus lähes 100%

16.11.2001

11

Kuittaukset, prioriteetti

- ☉ kehyksessä 1 bitti kuittausta varten
 - aluksi 0
 - vastaanottaja muuttaa 1:ksi
- entä jos useita vastaanottajia?
 - monimutkaisempi kuittaus
 - ei lainkaan kuittausta
- ☉ sanomat voidaan priorisoida
 - monitasoisia prioriteetteja, nälkiintyminen mahdollista

16.11.2001

12

802.5-renkaan rakenne

- kierretty pari
- 1, 4 tai 16 Mbps
- differential Manchester -koodaus
 - kehyksen alussa ja lopussa koodausta, joka ei ole normaalia dataa (high-high tai low-low)
 - aina siirtymä keskellä
 - tahdistusta varten
 - 0 alussa siirtymä, 1 alussa ei siirtymää

16.11.2001 13

Renkaan ylläpito

- ongelma: rengas katkeaa!
 - johtokeskus (wire center)
 - jokainen asema yhdistetty johtokeskukseen kahdella kierretyllä parilla
 - releen virroitus asemalta
 - virta katkeaa => rele sulkeutuu
 - asema siirtyy ohitustilaan
 - asema voidaan myös ohjelmallisesti irroittaa renkaasta
 - esim. testausta varten

16.11.2001 14

MAC-protokolla ja -kehys

- token holding -time
 - 10 ms
- access control -kenttä (1 tavu)
 - vuoromerkki (3 bittiä)
 - monitor-bitti
 - prioriteettibitit
 - varausbitit
- frame status -kenttä (1 tavu)
 - automaattinen kuitaus:
 - A = nähnyt, C = kopioinut

16.11.2001 15

MAC-protokolla ja -kehys

- loppumerkissä
 - E-bitti
 - asetetaan, jos havaitaan epäkelpo merkki
 - enf-of-file -bitti
 - viimeinen kehyks

16.11.2001 16

Vuoromerkki

SD	AC	ED
----	----	----

Start Delimiter : datasta eroavaa signaalointia

End Delimiter: sisältää error-bitin ja bitin, joka ilmoittaa, milloin tiedosto loppuu

Access Control

P	P	P	T	M	R	R	R
---	---	---	---	---	---	---	---

Prioriteettibitit: vuoromerkkin prioriteetti

Token bitti: onko vuoromerkki vai kehyks

Monitor bitti: havaitaan kiertämään jääneet kehykset

Reservation bitit: asetetaan vuoromerkille uusi prioriteetti

Kehyks:

SD	AC	FC	DA	SA	data	FCS	ED	FS
----	----	----	----	----	------	-----	----	----

osoitteet

Frame Control: erottaa datakehykset kontrollikehyksistä

A	C	E	E	A	C	E	E
---	---	---	---	---	---	---	---

Frame Status Field

Address recognised: nähnyt kehyksen

Frame copied: kopiointi onnistunut

Huom! Kahteen kertaan, koska niitä ei lasketa tarkistussummaan (FCS)

Prioriteetti

- monitasoisia prioriteettejä
 - vuoromerkin prioriteetti
 - määrää minkä prioriteetin kehyksiä saa lähettää
 - kolme bittiä vuoromerkissä
 - vuoromerkin prioriteetin asetus
 - datakehyksen varausbittien avulla
 - varataan vuoromerkkiä korkean prioriteetin lähetykselle
- 16.11.2001 • kun lähetyksen loppuu uusi vuoromerkki saa korkeimman varauksen prioriteetin

19

- vuoromerkin prioriteetin nostanut, myös laskee sen!
- alemman prioriteetin kehykset voivat joutua odottamaan ikuisesti

16.11.2001

20

Vuororenkkaan ylläpito

- keskitetty ylläpito
 - yksi asema toimii **valvoja-asemana**
 - kaikki asemat voivat toimia valvonta-asemana
- jos valvoja-asema vikaantuu
 - ACTIVE_MONITOR_PRESENT -kehystä ei tule
 - tilanteen havainnut asema lähettää
 - CLAIM_TOKEN -kehysten
- jos useita => kilpailemalla saadaan uusi valvonta-asema

16.11.2001

21

Valvoja-asema valvoo renkaan toimintaa

- vuoromerkin katoaminen
 - vuoromerkin kiertoa valvova ajastin
 - jos laukeaa, rengas tyhjennetään ja lähetetään uusi vuoromerkki
- vaurioituneet kehykset
 - väärä kehysmuoto, tarkistussumma ei täsmää
 - tyhjennys ja uusi vuoromerkki

16.11.2001

22

- 'orvot' kehykset
 - lähettäjä vikaantui, eikä poistanut kehystä
 - kehyksessä monitoribitti
 - valvoja asettaa kehyksen monitoribitin aina, kun kehys ohittaa sen
 - jos kehyksessä on jo bitti asetettu, kehys poistetaan
- renkaan pituuden säätely
 - 24 bitin vuoromerkin tulee mahtua renkaaseen
 - valvoja lisää viivettä tarvittaessa
 - jos renkaan pituus + asemien aiheuttamat 1 bitin viipeet eivät riitä

renkaan rikkoutuminen

- kun asema huomaa renkaan katkenneen
 - sen naapurit vaikuttavat 'kuollelta'
 - lähettää BEACON-kehysten
 - jossa oletetun rikkoutuneen aseman osoite
 - kehys etenee niin pitkälle kuin voi
 - voidaan päätellä katkoksen alku
 - poistetaan rikkoutuneet ohitusreleen avulla
 - rengas kuntoon

16.11.2001

24

802.3 CSMA/CD

hyvät puolet

- yleisesti käytetty
- yksinkertainen protokolla
- asemien lisääminen helppoa
- passiivinen kaapeli,
- ei modeemia,
- kevyellä kuormalla lähetysviive nolla

16.11.2001 25

802.3 CSMA/CD

huonot puolet

- analoginen törmäyksen havaitseminen
- pienin kehys 64 tavua
 - => yleisrasitetta, jos sanomat lyhyitä
- epätermistinen
- ei prioriteetteja
- raskas kuorma
 - => törmäyksiä => suoritusnopeus laskee

16.11.2001 26

802.5 vuororengas

hyvät puolet

- kaksipisteyhteyksiä
 - rengas voidaan rakentaa mistä tahansa
- täysin digitaalinen
- johtokeskus
 - => automaattinen vikojen havaitseminen ja korjaaminen
- prioriteetit
 - alimman prioriteetin sanomat eivät saa lähetyssaikaa

16.11.2001 27

- hyvin lyhyet ja hyvin pitkät kehykset mahdollisia
- suorituskykyinen ja tehokas

• huonot puolet

- keskitetty valvontatoiminto
 - seonnut valvoja voi tehdä mitä vaan
- kevyellä kuormalla turhaa odotusta

FDDI

- vuororengas
 - valokuitu
 - 100 Mbps
 - => 200 km
 - 1000 asemaa
- käyttö lähinnä lähiverkkoja yhdistävänä runkolinjana
 - myös tavallisena LANina

16.11.2001 29

synkronista ja asynkronista dataa

- ISDN
- ääntä PCM-koodattuna
- dataa
- multimode
- LED
- BER < 1 virhe / 2.5*10**10 bittiä

16.11.2001 30

FDDI: rakenne

- kaksi valokuiturengasta
 - toisessa myötäpäivään
 - toisessa vastapäivään
- renkaan katkeaminen
 - tarvittaessa renkaat voidaan yhdistää yhdeksi
- asemat
 - A: kiinni molemmissa renkaissa
 - B: kiinni vain yhdessä renkaassa

31

FDDI: koodaus

- koodi '4 out of 5'
 - Manchesterin signaalointinopeus kaksinkertainen! => paljon kaistaa
- 4 MAC-symbolia => 5-bitin ryhmä
 - 0, 1, 2 'non-data' symbolia
- => 32 eri kombinaatiota
 - 16 DATA: 0000, 0001, ..., 1110, 1111
 - 3 rajoittimia
 - 2 kontroli
 - 3 'hardware' merkinanto
 - 8 varattu myöh. käyttöön

menetetään koodin tahdistusapu!

- pitempi tahdistuskenttä alussa
- tarkemmat kellot
 - korkeintaan 0.005 % epätarkkuus sallittu
 - => voidaan lähettää 4500 tavua ennen kuin kellot niin epätahditet, että syntyy bittivirhe

16.11.2001

FDDI: protokolla

- 802.5 -johdannainen
 - renkaassa useita lähetyksiä
 - vuoromerkki heti renkaaseen, kun oma lähetyks loppunut
 - kehys hyvin samanlainen kuin vuororenkaassa

16.11.2001

- voidaan lähettää myös synkronisia kehyksiä
 - PCM-ääntä
 - ISDN-dataa
- master-asema generoi kehyksen joka 125 ms
 - PCM: 8000 näytettä sekunnissa
- kehyksessä 96 tavua synkronista dataa
 - 4 T1 kanavaa tai 3 E1 kanavaa
- asemalle varatut aikaviipaleet käytössä, kunnes asema luopuu niistä
 - muut jaetaan tarpeen mukaan
 - korkein prioriteetti ensin

- kolme ajastinta
 - token holding timer
 - säätelee lähetyksaikaa
 - token rotation timer
 - vuoromerkkin kiertoaika
 - valid transmission timer
 - tilapäisistä rengasvirheistä toipumiseen
- jos vuoromerkki etuajassa, kaikkia voidaan lähettää, jos myöhässä vain korkeimman prioriteetin sanomat (synkronisen liikenteen kehykset)

- Asynkroniset kehykset voidaan jakaa 8 prioriteetti luokkaan

- kullekin luokalle oma ajastin

Silta (bridge) (ss. 304-318)

- yhdistää LAN-verkkoja
- linkkitason olio
 - toistin: 'pala kaapelia'; fyysisellä tasolla
 - **silta**: 'ovi' linkkitasolla
 - reititin: verkkotasolla
- tuntumaton silta (transparent bridge)
- lähdereitittävä silta** (source routing bridge)

16.11.2001

38

Siltojen edut

- verkkojen ja asemien määrää helppo kasvattaa
- erilaisia lähiverkkoa
- sillat eivät näy ylemmille kerroksille
- voidaan kerätä tietoja ja säädellä pääsyä
- luotettavuus ja suorituskyky kasvaa

16.11.2001

39

Siltojen haitat

- sillat puskuroivat ja aiheuttavat viivettä
- ei vuonsäätelyä => sillan kapasiteetti voi ylittyä
- kehysrakenteen muuttaminen => virheitä jää havaitsematta
- Yleisesti edut selvästi suuremmat kuin haitat**

16.11.2001

40

Sillanportit

- Lähiverkko liitetään siltaan **portin** kautta
 - yksinkertaisissa silloissa vain kaksi porttia
 - monipuolisissa useita
- Portti**
 - MAC-piiri
 - noudattaa vastaavan lähiverkon protokollaa
 - CSMA/CD, vuororengas, vuoroväylä
 - ohjelmisto
 - huolehtii alustuksesta
 - puskurin hallinnasta

16.11.2001

41

Tuntumaton silta

(transparent bridge, spanning tree bridge)

- 'plug and play'
 - ei mitään muutoksia laitteistoon, ohjelmistoon
 - ei reititystauluja ja parametrien asettelua
 - ei vaikuta itse LANien toimintaan
- silta huolehtii kehysten ohjaamisesta oikeaan porttiin
 - oppii asemien portit kuuntelemalla kaikkea liikennettä
 - jos ei tiedä, niin tulvittaa
 - ei saa olla silmukoita =>virittävä puu

16.11.2001

42

Lähdereitittävät sillat (Source routing bridges)

- tuntumattomat sillat
 - helppo asentaa
 - tuhlavat kapasiteettia
 - käyttävät vain virittävää puuta
- erimielisyyttä standardoimiskomiteassa
 - vuororenkaiden käyttäjät + IBM kannattivat lähdereititystä
- suosio hiipunut
 - vuororenkaiden käytön vähenemisen myötä

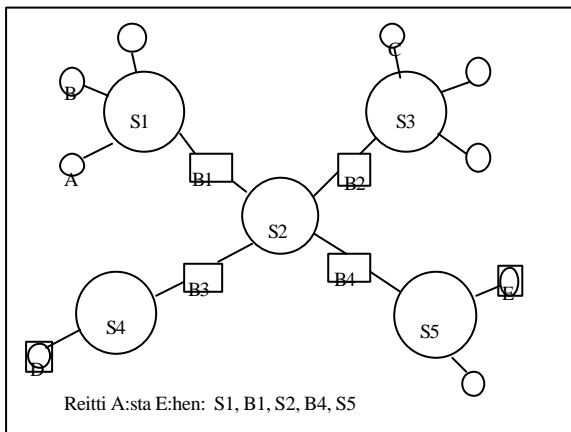
16.11.2001

43

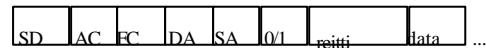
- kehyksen lähettävä asema varustaa kehyksen reittitiedoilla
 - jokaisella lähiverkolla on 12-bittinen yksikäsitteinen tunnus
 - jokaisella sillalla on oma 4-bittinen tunnus
- reitti koostuu silta- ja verkotunnuksista
 - silta, LAN, silta, LAN, ... silta, LAN

16.11.2001

44

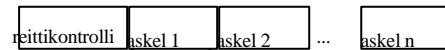


Kehyksen rakenne



onko reitti mukana vai ei

- reittikenttä on muotoa



verkko-ID, silta-ID

Tuntumaton vs. lähdereitittävä silta

- **tuntumaton silta**
 - yhteydetön
 - täysin tuntumaton lähiverkoille
 - automaattinen uudelleen konfigurointi
 - reititys ei välttämättä optimaalinen
 - uuden aseman löytäminen: backward learning
 - jos joku kertoo
 - tulvitus
 - monimutkaisuus silloissa
 - vähän siltoja

16.11.2001

47

- **lähdereitittävä silta**
 - yhteydellinen
 - tuntuva
 - konfigurointi ei ole automaattista
 - uuden löytäminen: discovery frame
 - raskas operaatio, paljon yleisrasitetta
 - monimutkaisuus isäntäkoneissa
 - näitä on paljon

16.11.2001

48