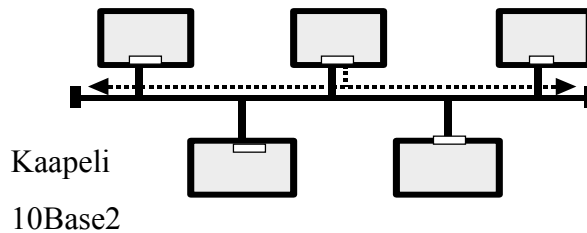


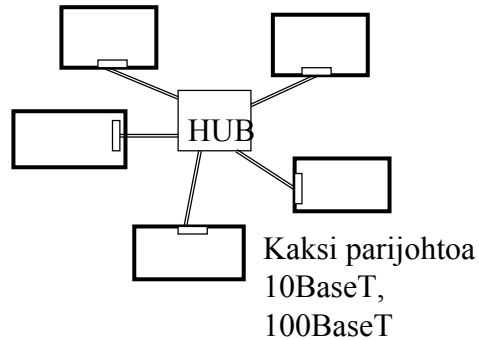
Eetteriverkon rakenne

- väylä



- ◆ tähti

- hub toimii toistimen tavoin



Kaapelit

- 10Base2 ohut kaapeli

- » 10 => 10 Mbps
- » Base => kantataajuus
- » 2 => 200 m

- 10Base-T kierretty pari & central hub

- » helppo hallita, kallis, suosio kasvaa

- 10Base-F valokaapeli

- » kallis, luotettava, tehokas

- 100Base-T, 100 Base-F

- » Fast Ethernet

- 1000Base-T, 1000Base-X

- » Gigabit Ethernet

Lyhyet etäisyydet, pieni määrä laitteita

- sovittimesta keskittimeen (hub) maks. 100 m
- väylä
 - pituus maks. < 200 metriä,
 - syynä vaimeneminen
 - solmuja maks. 30 kpl
 - syynä CSMA/CD => liikaa törmäyksiä
 - maks. 5 väylää voidaan yhdistää **toistimilla**
 - => ~1000 m, 150 laitetta
- valokuitua käytettäessä hieman pitemmät etäisyydet

Signaalin koodaus

- **Manchester-koodaus**
 - tahdistus
 - » jännitteen muutos keskellä bittiä
 - ei kellopulssia
 - mutta lisää kaistanleveyttä

CSMA/CD

- jos väylä vapaa, lähetetään heti
- muuten jäädään odottamaan ja lähetetään heti linjan vapauduttua
- aina kun on lähetetty, jäädään kuuntelemaan, onnistuiko lähetys
- entä kun tapahtuu **törmäys** eli usea samanaikainen lähetys
 - » jännite on suurempi kuin normaalisti pitäisi
 - keskeytetään lähettäminen

Törmäyksen jälkeinen uudelleenlähetys

• Binary exponential backoff

- törmäyksen jälkeen aika jaetaan lokeroiksi
 - 51.2 μ s vastaten 512 bittiä eli 64 tavua
- 1. törmäyksen jälkeen asema odottaa satunnaisesti joko 0 tai 1 lokeron ajan ennen kuin yrittää uudelleen
- 2. törmäyksen jälkeen odotus on 0, 1, 2 tai 3 lokeroa
- n. törmäyksen jälkeen valitaan odotusaika väliltä:
 $0 - 2^{n-1}$ lokeroa
 - 10. törmäyksen jälkeen väliä [0-1023] ei enää kasvateta
 - 16. törmäyksen jälkeen luovutaan ja ilmoitetaan 'asiakkaalle' (eli verkkokerrokselle) epäonnistumisesta

- **binäärinen eksponentiaalinen perääntymien on joustava**
 - kuorma kasvaa => väli kasvaa
- **vaihtoehtona kiinteä valintaväli**
 - » aina [0- 1023]
 - » aina [0-1]
 - » aina [a-n]
 - entä suorituskyky?

Ehternet-kehys

preamble	Destin. address	Source address	type	data	CRC
8 B	6 B	6 B	2 B	46-1500 B	4 B

MAC-protokolla

- **tahdistuskuvio (preamble)**
 - » 7 tavua 1010101010 tahdistusta varten
 - » kehyksen alku 10101011
- **kohde- ja lähdeosoitteet**
 - » osoitteessa 6 tavua (tai 2 tavua)
 - » 0xxxxx... yksilöosoite
 - » 1xxxxx ... ryhmäosoite
 - » 11111 kaikkia
 - » yksi bitti: paikallinen vai globaali osoite

- **Type**
 - » kertoo käytetyn verkkoprotokollan tyyppin eli mille protokollalle kehyksen data luovutetaan
 - IP, ARP,
 - joku muu verkkoprotokola: AppleTalk, Novell IPX, ..
- **CRC**
 - » 4 tavua

kehyksen pituus

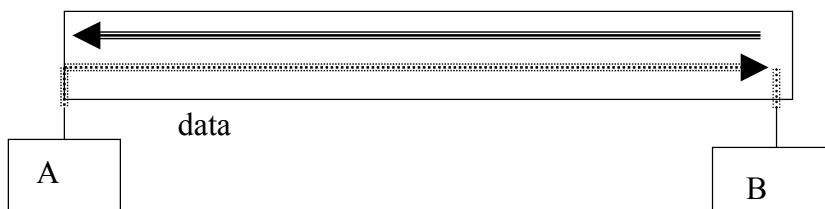
- **64-1500 tavua**
 - kehyksen pituus vähintään 64 tavua
 - » tarvittaessa täytettä (PAD)
- **jotta lähettäjä ehtii havaita kehyksen törmäyksen**
 - kehyksen lähetys ei saa päättyä ennen kuin alku on perillä ja mahdollinen törmäysääni kuuluu
 - alku perillä => loppukin onnistuu

2/16/2003

53

Väylää kuunneltava

- pahimmassa tapauksessa törmäyssignaali



- => kehyksen lähetys minimikesto:
 $2 \cdot \text{etenemisviive väylällä}$

2/16/2003

54

- **10 Mbps**
 - LAN-pituus korkeintaan **2500 m**
 - toistimia korkeintaan **4**
 - lähetyksen kestettävä ainakin **51.2 μ s**
 - eli **64 tavua**

Ethernetin hyvät puolet

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

PerusEthernetin huonot puolet

- analoginen törmäyksen havaitseminen
- pienin kehys 64 tavua
 - => yleisrasitetta, jos sanomat lyhyitä
- epätermistinen
- ei prioriteetteja
- raskas kuorma
 - => törmäyksiä => suoritusteho laskee
- Nopeissa kytketyissä ethernet-verkoissa ei ole törmäyksiä eikä epätermistisyyttä

LLC (Logical Link Control)

- Erilaisia LAN-verkkoja
- vuonvalvonta, virhevalvonta, yhtenäinen rajapinta erilaisiin verkkoihin
- ~ OSI-malli, HDLC
- **Palvelut:**
 - epäluotettava datasähkepalvelu,
 - kuittaava datasähkepalvelu,
 - luotettava yhteydellinen palvelu

verkkokerros
LLC
MAC
peruskerros

LAN-osoitteet ja ARP

- **(lähi)verkko-osoite**
 - fyysinen osoite
 - MAC-osoite
- **Eetteriverkossa (sovitinkortissa)**
 - 48 bittiä
 - joka kortissa oma ainutkertainen pysyvä numero
- **lähiverkkoon liitetyt laitteet ymmärtävät vain LAN-osoitteita**

IP-osoite =>LAN-osoitteeksi

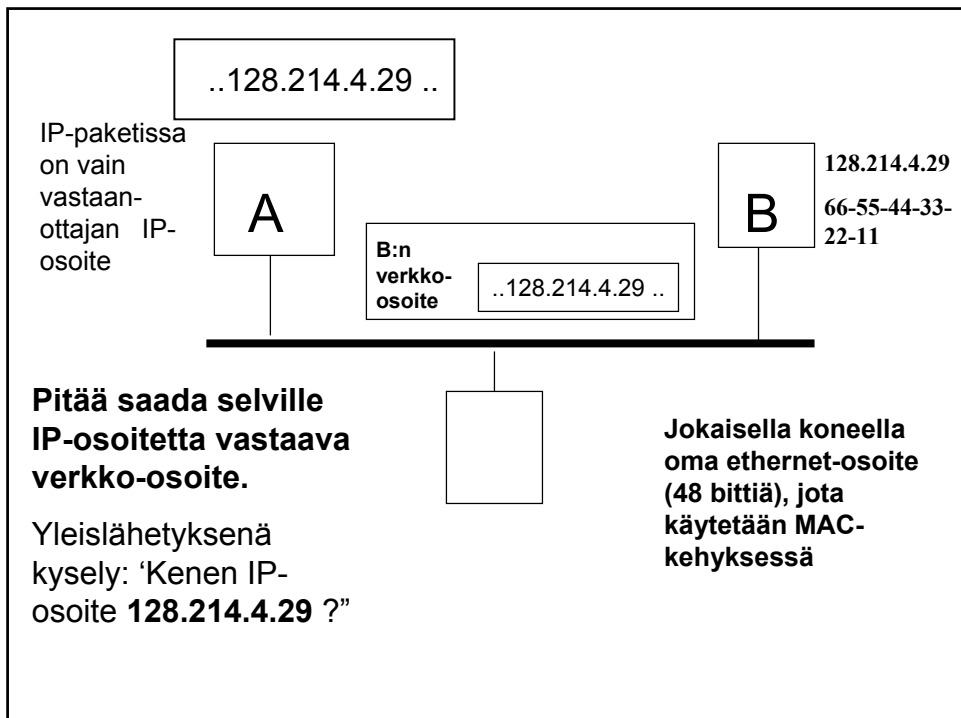
- **ARP-taulu**
 - IP-osoitteiden muuttamiseksi LAN-osoitteiksi
 - » IP-osoite, sitä vastaava LAN-osoite, aikaleima
 - vanhentuneet tiedot katoavat taulusta
- **Entä, jos IP-osoitetta ei ole taulussa?**
 - Sovelluserroksella DNS, jolta kysyttiin.
 - LAN:ssa kaikki asemat yleensä kuulevat kaikki lähetykset (yleislähetys).
 - Hyödynnetään tätä ominaisuutta!

ARP-protokolla (Address Resolution Protocol)

- **IP-kerroksen protokolla, jolla selvitetään IP-osoitetta vastaava siirtoyhteyskerroksen osoite**
 - » esim. eetteriverkon 48-bittisiä osoitteita
- **yleislähetys lähiverkkoon**
 - “**Kenellä on IP-osoite vv.xx.yy.zz ?**”
 - **vastauksena osoitteen omistavan laitteen lähiverkko-osoite**
 - » **ARP-paketteja: kysely ja vastaus**

2/16/2003

61



- **Jos A:lla ei ole tietoa ARP-taulussaan, niin A lähettää ARP-kysely yleislähetystenä**
 - » **“Kenen IP-osoite on 128.214.4.29?”**
- **Kone B, joka tunnistaa oman IP-osoitteensa lähettää A:lle vastauksena ARP-paketin**
 - » **“Koneen 66-55-44-33-22-11 IP-osoite on 128.214.4.29!”**
- **A lähettää IP-paketin B:n LAN-osoitteella MAC-kehyksessä.**

- **optimointia:**
 - **kyselyn tulos välimuistiin**
 - » **talletetaan muutaman minuutin ajan**
 - **tyypillisesti 20 minuuttia**
 - **kyselijä liittää omat osoitteensa kyselyyn**
 - **alustettaessa jokainen laite ilmoittaa osoitteensa muille**
 - » **kysyy omaa osoitettaan**
 - » **jos tulee vastaus, niin konfigurointivirhe**

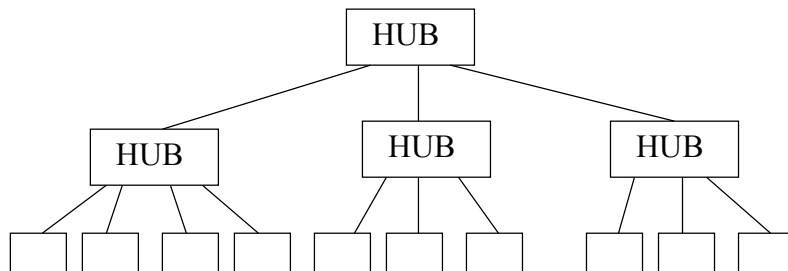
5.6 Keskitin (hub), silta (bridge) ja kytkin (switch)

- LAN-verkkojen yhdistäminen
- keskittimillä (hub)
 - » toistin, toimii perustasolla, käsittelee bittejä
 - » lähettää vastaanottamansa bitit kaikille muille
 - » yhteinen **törmäysalue** => vain pieniin verkkoihin
 - » vain samanlaisiin verkkoihin
- silloilla ja kytkimillä
 - » linkkitason olioita
 - » voivat **periaatteessa** yhdistää myös erilaisia verkkoja
 - mitä erilaisempia sen hankalampaa

Käyttötarpeita

- osastoverkot
- maantiede: hajautus
- etäisyydet: yhdistäminen
- kuormituksen jakaminen
- häiriöiden rajoitus paikalliseksi
- suojaus: lähiverkkojen looginen eristäminen

Yhdistäminen keskittimillä



Yhteinen törmäysalue: vain yksi koneista voi samaan aikaan lähettää. Jos usea lähettää, tuloksena törmäys.

Keskitinyhdistämisen

- Etuja
 - voidaan yhdistää eri osastojen lähiverkot
 - suuremmat etäisyydet
 - rajoitetummat vikatilanteet
- Haittoja
 - sama kapasiteetti jaetaan useammalle
 - teknologialtaan erilaisia verkkoja ei voida yhdistää
 - vain rajallinen määrä laitteita

SILTA (Tuntumaton silta)

(transparent bridge, spanning tree bridge)

- tavoitteena tuntumattomuus
 - » ‘plug and play’
 - ei mitään muutoksia laitteistoon, ohjelmistoon
 - ei reititystaulujen ja parametrien asettelua
 - ei vaikuta itse LANien toimintaan
- tuntumaton silta
 - vastaanottaa kaikki siihen kytketyiltä LANEilta tulevat kehykset
 - joko hylkää tai ohjaa edelleen

- Tuntumaton silta
 - tekee itse kaikki ohjausratkaisut
 - silta alustaa itse itsensä
 - silta sopeutuu dynaamisesti verkon muutoksiin
- eri LANEista voi tulla sanomia yhtäaikaan
 - talletetaan puskureihin
- edelleen lähetettävistä sanomista valmistetaan niiden kohdeverkkoa vastaava kehys

Sillan portit

- Lähiverkko liitetään siltaan **portin** kautta
 - yksinkertaisissa silloissa vain kaksi porttia
 - monipuolisissa useita => kytkimiä (switch)
- Portti
 - MAC-piiri
 - noudattaa lähiverkon protokollaa
 - esim. CSMA/CD
 - ohjelmisto
 - huolehtii alustuksesta
 - puskurin hallinnasta

Sillat ohjaavat kehykset toisiin LANeihin

- siltojen siltataulut

Jokaisella laitteella oma yksikäsitteinen osoite

laite-osoite	portti
A	1
B	1
C	2
D	2
F	2

Silta B1

Laite-
osoite

Laite-osoite	portti
B	1
C	1
D	2
H	3

Silta B2

Siltataulut

- Alkutilanteessa kaikkien siltojen siltataulut ovat tyhjiä.
- Siltataulua päivitetään aina, kun kehys saapuu.
- Vanhentuneet tiedot poistetaan.
 - ajastin laukeaa

Silta käsittelee kaikki kehykset:

Kehys: lähdeLAN X; kohdeLAN Y; tuloportti I;

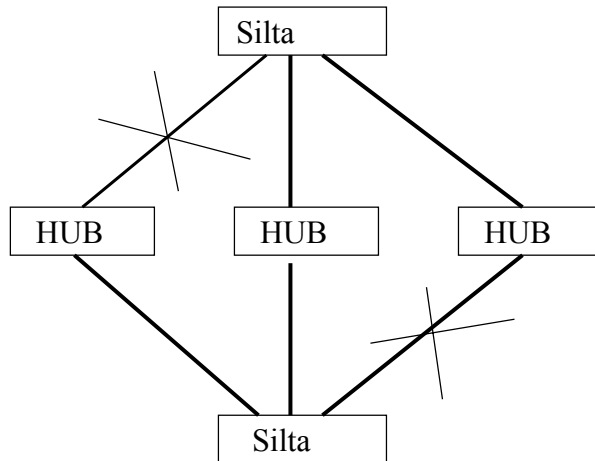
- Lähde ja kohde siltataulussa
 - X ja Y samassa **portissa** => hylkää kehys
 - X ja Y eri **porteissa** => lähetä eteenpäin
 - päivitä X, I
- Lähde ei taulussa
 - lisää X, I, aika => silta oppii (**backward learning**)
- Kohde ei taulussa
 - lähetä Y kaikista muista porteista => tulvitus
 - päivitä X, I

Tulvitus (flooding)

- tulvitus on ongelma
 - sanomat jäävät kiertämään silmukoissa
 - koko verkko tukkeutuu
- **siis silmukoita ei saa muodostua!**
 - eli verkon loogisen rakenteen pitää olla puu
 - muodostetaan verkolle ns. virittävä puu (spanning tree)

Virittävä puu

- sillat muodostavat ja ylläpitävät
 - valitse juuri
 - silta, jolla pienin sarjanumero
 - valitse kustakin sillasta/ LAN:ista lyhin reitti juureen
 - => **virittävä puu**
 - muut sillat jäävät käyttämättä
 - tulvitus vain **virittävän puun siltoja pitkin**



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