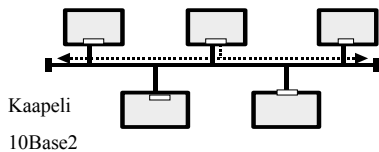


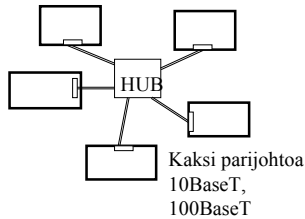
Eetteriverkon rakenne

- 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

2/16/2003

45

2/16/2003

46

CSMA/CD

- jos väylä vapaa, lähetetään heti
- muuten jäädytään odottamaan ja lähetetään heti linjan vapaututtua
- aina kun on lähetetty, jäädytään 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

2/16/2003

47

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

Ethernet-kehys

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

MAC-protokolla

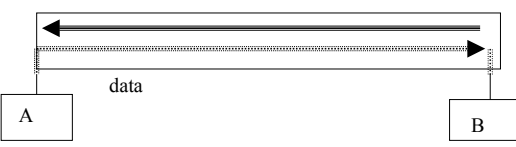
- tahdistuskuvio (preamble)
 - » 7 tavua 1010101010 tahdistusta varten
 - » kehyksen alku 10101011
- kohde- ja lähdeosoitteet
 - » osoitteessa 6 tavua (tai 2 tavua)
 - » 0xxxxx... yksilöosoite
 - » 1xxxxx ... ryhmäosoite
 - » 11111 kaikkia
 - » yksi bitti: paikallinen vai globaali osoite

- 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 törmänneen
 - kehyksen lähetys ei saa päättyä ennen kuin alku on perillä ja mahdollinen törmäysääni kuuluu
 - alku perillä => loppukin onnistuu

Väylää kuunneltava

- pahimmassa tapauksessa törmäyssignaali
 
- => kehyksen lähetys minimikesto: 2*etenemisviive väylällä

Ethernetin hyvät puolet

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

2/16/2003

55

2/16/2003

56

PerusEthernetin huonot puolet

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

2/16/2003

57

LLC (Logical Link Control)

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

verkkokerros
LLC
MAC
peruserkerros

2/16/2003

58

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

2/16/2003

59

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!

2/16/2003

60

ARP-protokolla (Address Resolution Protocol)

- IP-kerroksen protokolla, jolla selvitetään IP-osoitetta vastaava siirtoyhteyskerroksen osoite

» esim. eetteriverkon 48-bittisiä osoitteita

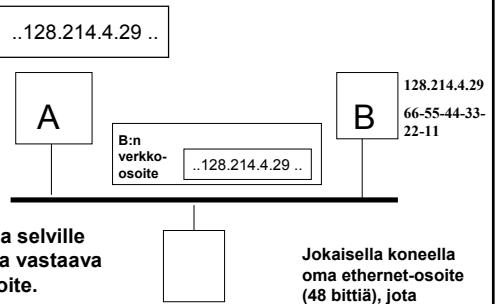
- yleislähetys lähiverkkoon

- “Kenellä on IP-osoite vv.xx.yy.zz ?”
- vastauksena osoitteen omistavan laitteen lähiverkko-osoite
- » ARP-paketteja: kysely ja vastaus

2/16/2003

61

IP-paketissa on vain vastaanottajan IP-osoite



Pitää saada selville IP-osoitetta vastaava verkko-osoite.

Yleislähetysenä kysely: “Kenen IP-osoite 128.214.4.29 ?”

Jokaisella koneella oma ethernet-osoite (48 bittiä), jota käytetään MAC-kehyyksessä

- Jos A:lla ei ole tietoa ARP-taulussaan, niin A lähettää ARP-kysely yleislähetysenä
- » “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-kehyyksessä.

2/16/2003

63

- 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

2/16/2003

64

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

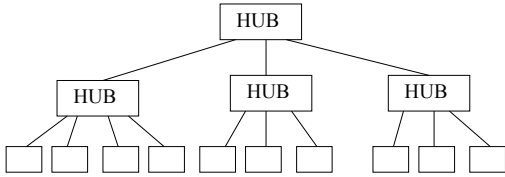
Käyttötarpeita

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

2/16/2003

66

Yhdistäminen keskittimillä



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

Keskitynyhdistämisen

- 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

laite-osoite	portti	Laite-osoite	portti
A	1	B	1
B	1	C	1
C	2	D	2
D	2	H	3
F	2		

Jokaisella laitteella oma yksikäsitteinen osoite

Silta B1 Silta B2

Siltataulut

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

2/16/2003

73

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

2/16/2003

74

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)

2/16/2003

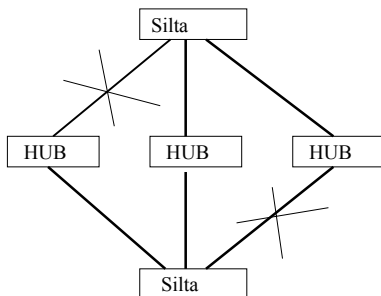
75

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**

2/16/2003

76



2/16/2003

77

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

2/16/2003

78