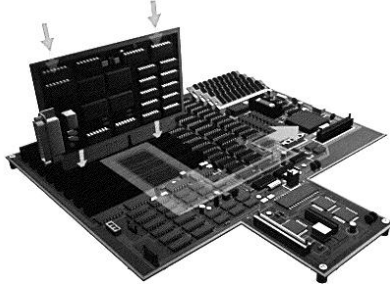


Luento 2

Tietokoneen rakenne

Väylät



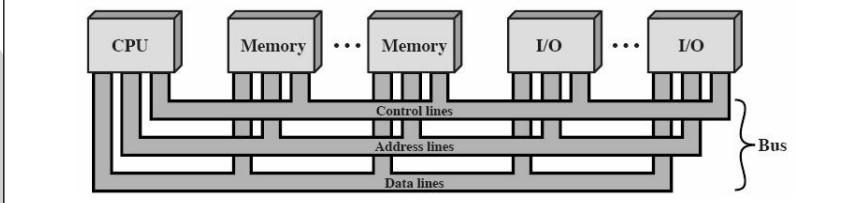
Stallings: Ch 3

- n Mitä väylällä liikkuu?
- n Väylän ominaisuuksia
- n PCI -väylä
- n PCI Express

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 1

(Sta06 Fig 3.16)

Väylä



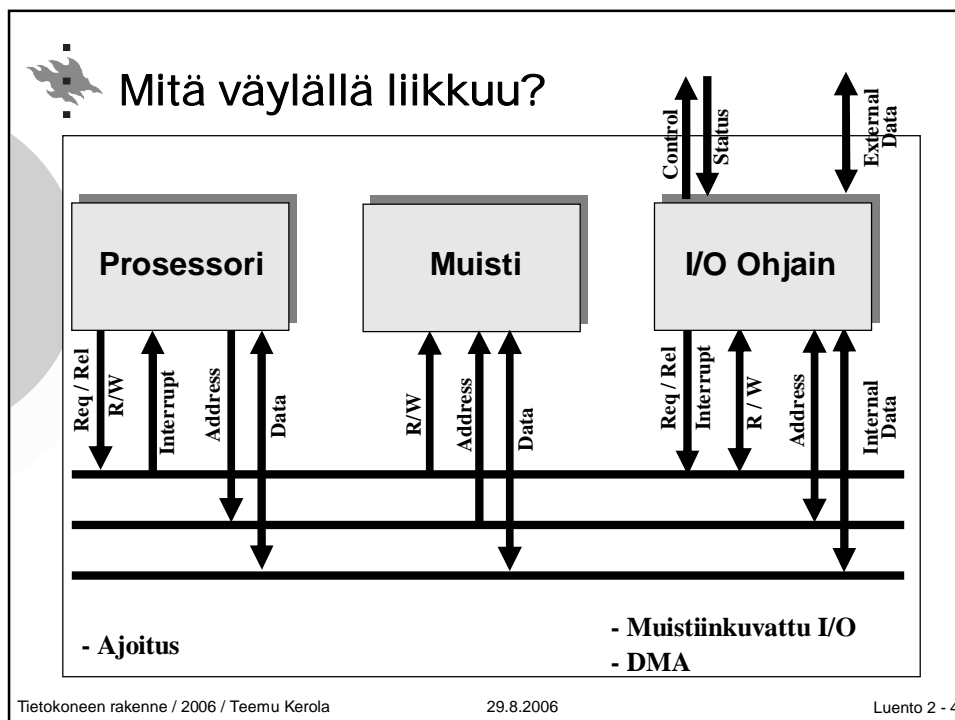
- n Laitteiden väliseen kommunikointiin
- n Tav. yleislähetys: kaikki kuulevat kaiken
 - u Reagoi vain itselle kuuluvaan
- n Kullakin laitteella omat ohjaus- ja statustietonsa
 - u Laittajuri (KJ) vie ohjaustiedon ohjaimen rekistereihin
 - ~ mistä, minne, paljonko, suunta
 - u Laittajuri lukee statustietoa ohjaimen rekistereistä
 - § valmis toimimaan? onnistuiko? ...

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 2

Mitä väylällä liikkuu?

- n Ohjausväylä (~ johtimet)
 - u Ohjaus ja ajoitustietoa
 - § Lataa muistista, talleta muistiin (R/W)
 - § Keskeytyssignaali
 - § Kellosignaali
- n Osoiteväylä
 - u Lähteen / kohteen identifiointi
 - § Muistipaikan osoite, laiterekisterin osoite
 - § esim. Mistä käsky/data noudettava, minne data talletettava
 - u Leveys määrää osoiteavaruuden koon
 - § Suurin viitattavissaoleva muistipaikan numero
 - § Esim. 32 b ÷ 4 GB
- n Dataväylä
 - u Käsiteltävän tiedon siirtämiseen: käskyt, data, DMA

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 3



Väylä = pullonkaula?

CPU

Memory

System bus

n von Neumann arkkitehtuuri

- u käskyt ja niiden käsittelemä data muistissa
- u kaikkeen muistissa olevaan dataan viitataan osoitteella
- u muistissa peräkkäin olevat käskyt suoritetaan peräkkäin ellei järjestystä eksplisiittisesti muuteta (hyyt)

n Fetch-Execute Cycle

(Sta06 Fig 3.12)

I/O

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola
29.8.2006
Luento 2 - 5

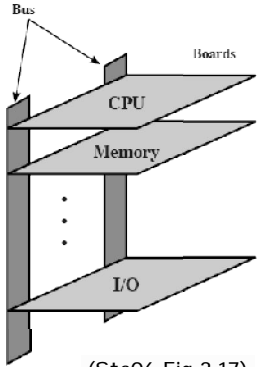
Tietokoneen rakenne

Väylän ominaisuuksia

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola
29.8.2006
Luento 2 - 6

Väylän ominaisuuksia

- n **Leveys**
 - ~ 50 - 100 johdinta - emolevyllä, kaapelissa, liittimessä
- n **Väylän tyyppi**
 - u **Dedikoitu** (dedicated, non-multiplexed)
 - § Osoitteelle ja datalle omat johtimet
 - u **Aikavuoroteltu** (time multiplexed)
 - § Osoite ja data samoissa johtimissa
 - § Address valid / data valid -johdin
- n **Käyttövuoron varaus** (arbitration)
 - u **Keskitetty**
 - § yksi väyläohjain (bus controller, arbiter)
 - u **Hajautettu**
 - § tarvittava logiikka ohjaimissa



(Sta06 Fig 3.17)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 7

Väylän ominaisuuksia

- n **Tapahtumien ajoitus, tahdistus**
 - u **Synkroninen** (tahdistettu)
 - § Säännöllisen kellopulssin avulla
 - u **Asynkroninen**
 - § Tarvittaessa erillisillä signaaleilla
 - u **Liikennöinnissä yhteiset pelisäännöt**, osapuolet tietävät mitä seuraavaksi tapahtuu
- n **Tehokkuus**
 - u **Kaistanleveys** (bandwidth)
 - § montako bittiä per sekunti

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 8



Synkroninen ajoitus

- n **Tahdistus kellon avulla**
 - u Ohjausväylässä mukaan kellosignaali (sykli 1-0)
 - u Kaikki laitteet "kuulevat" saman syklin
- n **Tapahtuma vie tavallisesti vain yhden syklin**
 - u Alkaa aina kellosyklin alussa (leading edge)
 - u Esim. datan lukeminen vie yhden syklin
- n **Väylään kytketyt laitteet toimivat samalla nopeudella**
 - u Hitain laite määrittelee kaikkien nopeuden
 - u Laite tietää toisen laitteen nopeuden
 - tietää, milloin se on valmis seuraavaan tapahtumaan
- n **"Tee tämä seuraavalla syklillä"**
 - voi luottaa, että toinen laite tekee sen silloin!



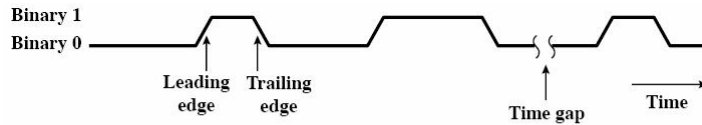
Asynkroninen ajoitus

- n **Laitteiden ei tarvitse toimia samalla nopeudella**
 - u Käsittelyaika määräytyy kunkin laitteen mukaan
 - u Laite ei voi päätellä milloin toinen osapuoli valmis
 - § Kauanko tapahtuma vie aikaa?
- n **Tahdistus erityisen tahdistussignaalin avulla**
 - u Lähetä tahdistussignaali, kun oma puuha valmis
 - § Esim. osoite ja data väylällä ○ lähetä signaali "write"
(eli muuta johtimen "write" jännite esim. ykköseksi)
 - § Esim. tieto kirjoitettu muistiin ○ lähetä "ack"
 - u Seuraavan ajoitus riippuu edellisen päättymisestä
- n **"Tee tämä kun ehdit, kerro sitten kun on valmista"**

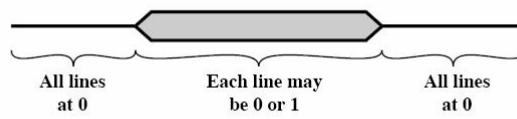


Ajoituskaavion lukeminen

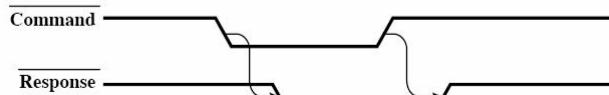
n Ks. Appendix 3a [Sta06, Ch 3]



(a) Signal as a function of time



(b) Groups of lines



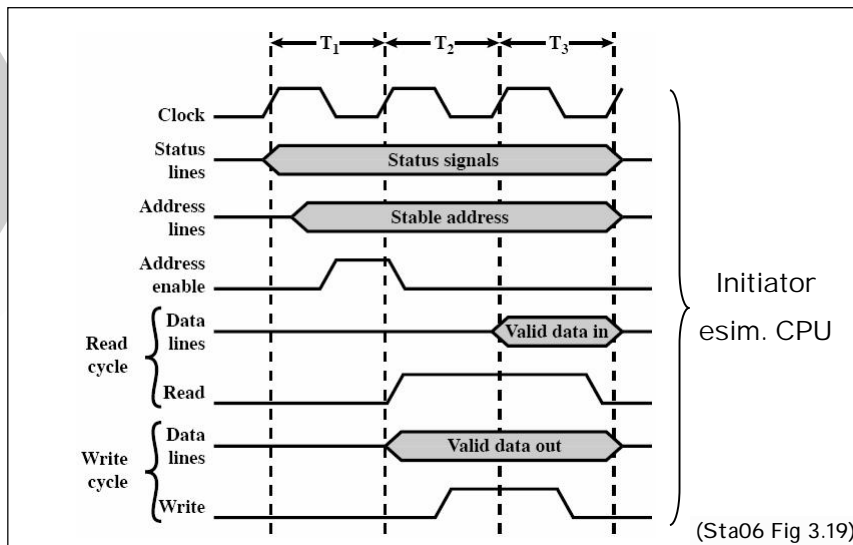
tai Response#

(c) Cause-and-effect dependencies

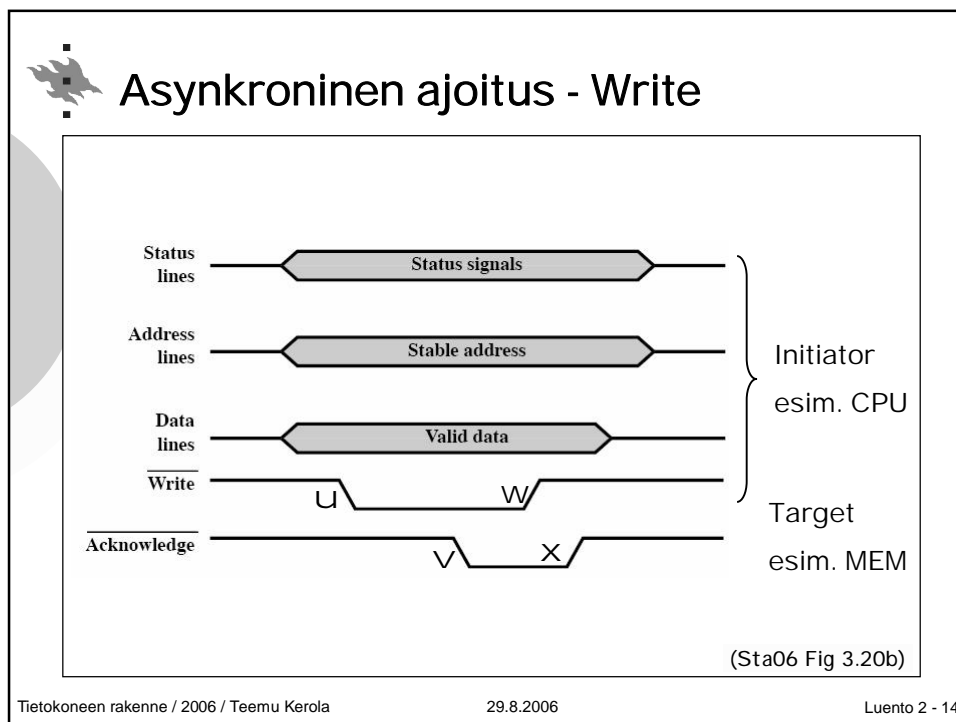
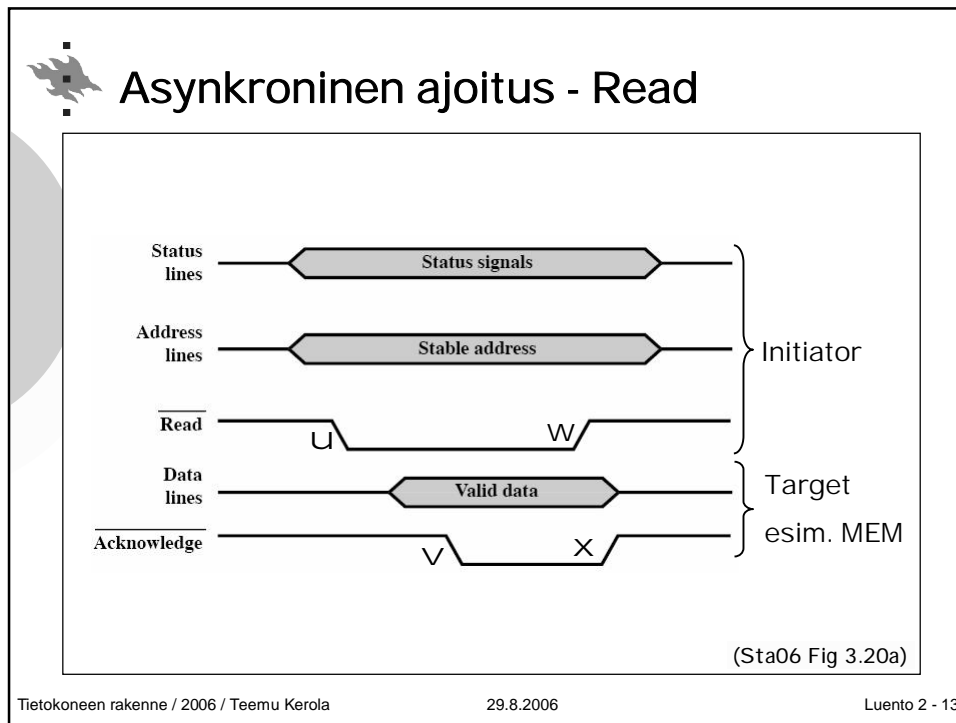
(Sta06 Fig 3.27)

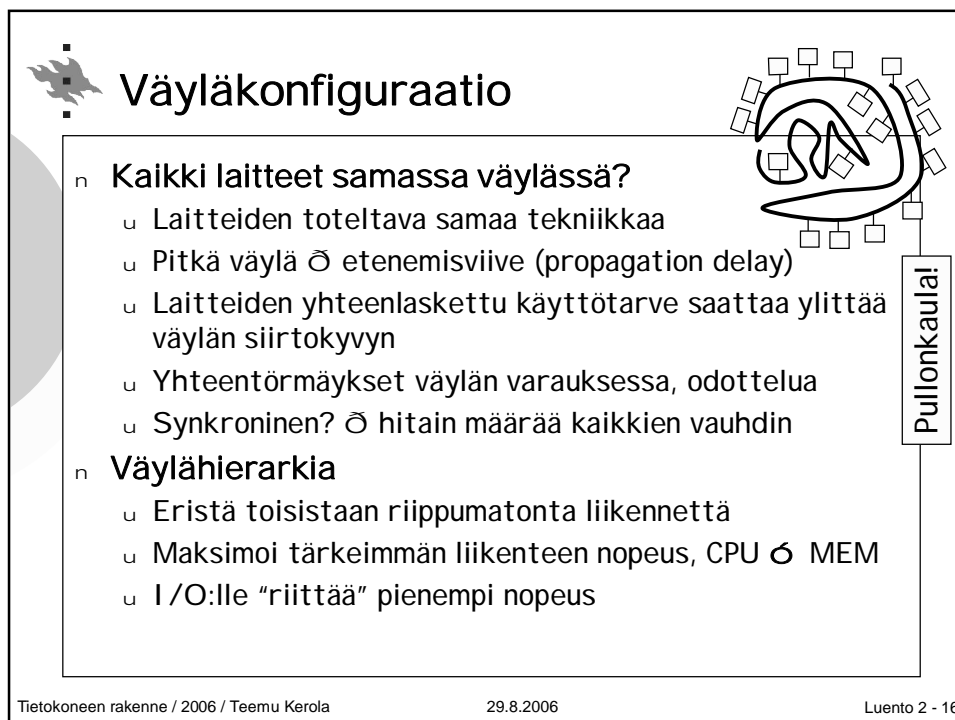
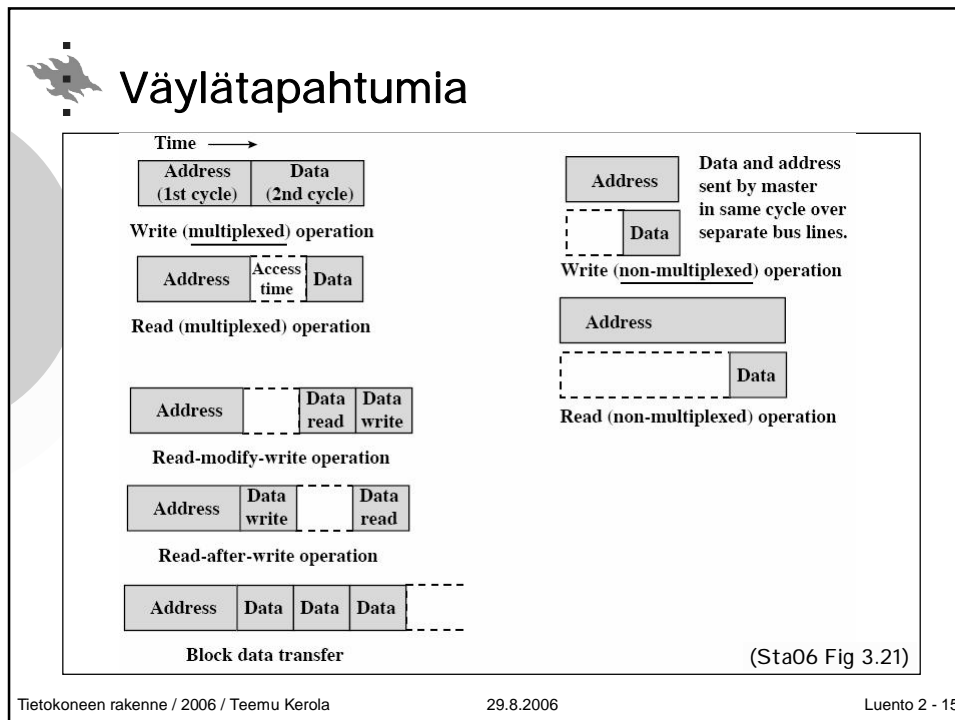


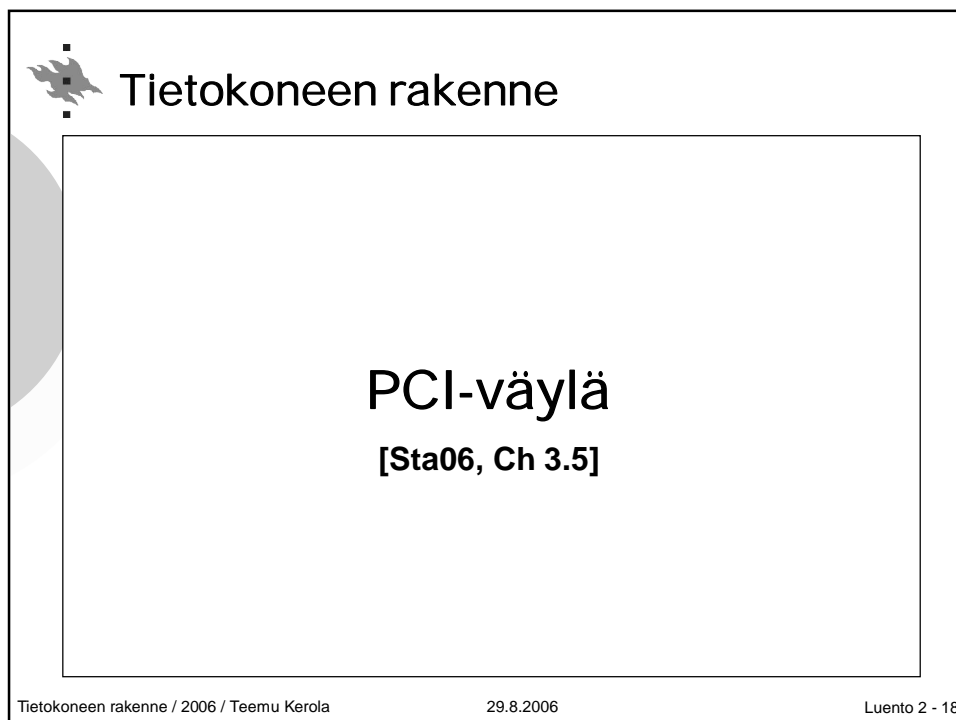
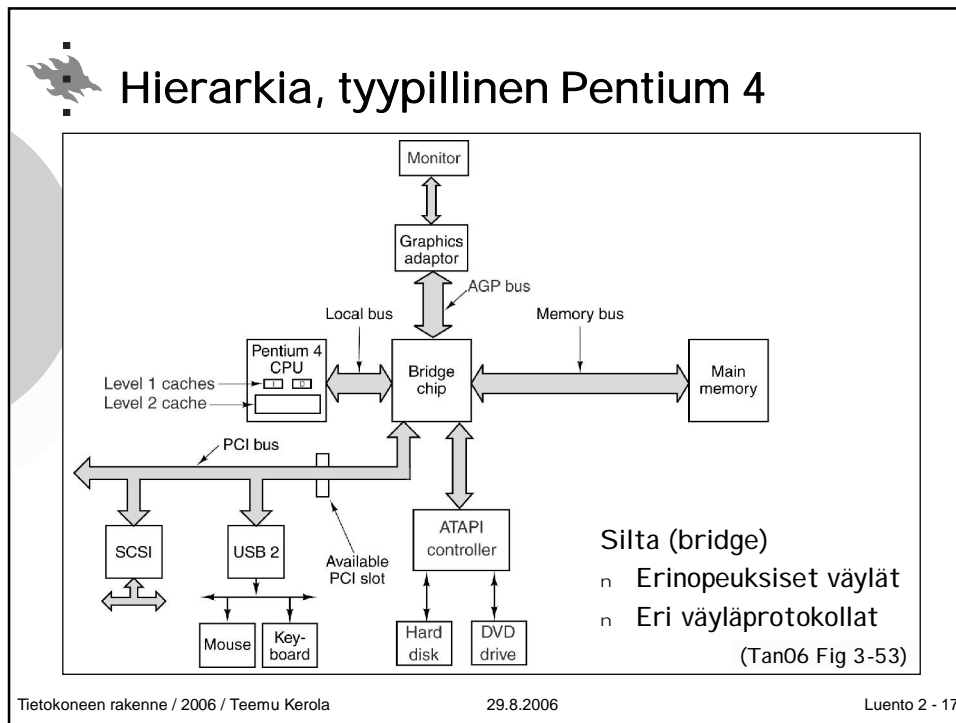
Synkroninen ajoitus



(Sta06 Fig 3.19)







PCI: Peripheral Component Interconnect

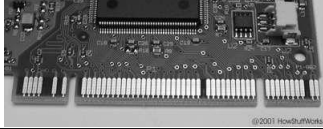
- n **Aikavuoroteltu**
 - u Osoite/data 32b (tai 64b)
 - u Muita signaaleja 17
- n **Väylän varaus: keskitetty** (centralised arbiter)
- n **Synkroninen tahdistus**
 - u oma 33 tai 66 MHz kello (PCI -X: 133/156/533 Mhz)
 - u siirtonopeus 133, 266, 532 MB/s (PCI -X: 1 GB/s, 4 GB/s)
- n **Väylätapahtumat**
 - u read, write, read block, write block (multiplexed)
- n **Max 16 laitetta**

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 19

49 pakollista signaalia (mandatory)

Sta06 Table 3.3

- n **AD[32]: address tai data, aikavuorottelu**
 - u + 1 pariteetille
- n **C/BE[4]: bus command tai byte enable, vuorottelu**
 - u Esim. 0110/1111 = memory read/all 4 Bytes
- n **CLK, RST#: clock, reset**
- n **6 ajoitusta ja koordinoitua varten**
 - u FRAME#, IRDY#, TRDY#, STOP#, IDSEL, DEVSEL#
- n **2 väylän keskitettyä varausta varten**
 - u REQ# pyyntö, GNT# lupa saatu
 - u Kullakin kortilla omat
- n **2 virheindikaattoria**
 - u parity, system



Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 20



51 valinnaista signaalia (optional)

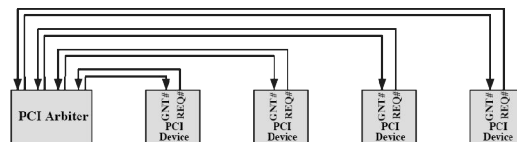
Sta06 Table 3.4

- n 4 johdinta keskeytyspyyntöjä varten
 - u Kullakin laitteella oma linja keskeytysohjaimelle
- n 2 johdinta usean CPU:n välimuistitukea varten
 - u snoopy cache
- n 32 A/D lisäjohdinta
 - u Yhteensä 64 bittinen väylä
- n 4 lisäjohdinta C/BE:tä varten
- n 2 johdinta ilmaisemaan 64-bittistä siirtoa
- n 1 pariteettijohdin lisää
- n 5 lisäjohdinta testausta varten

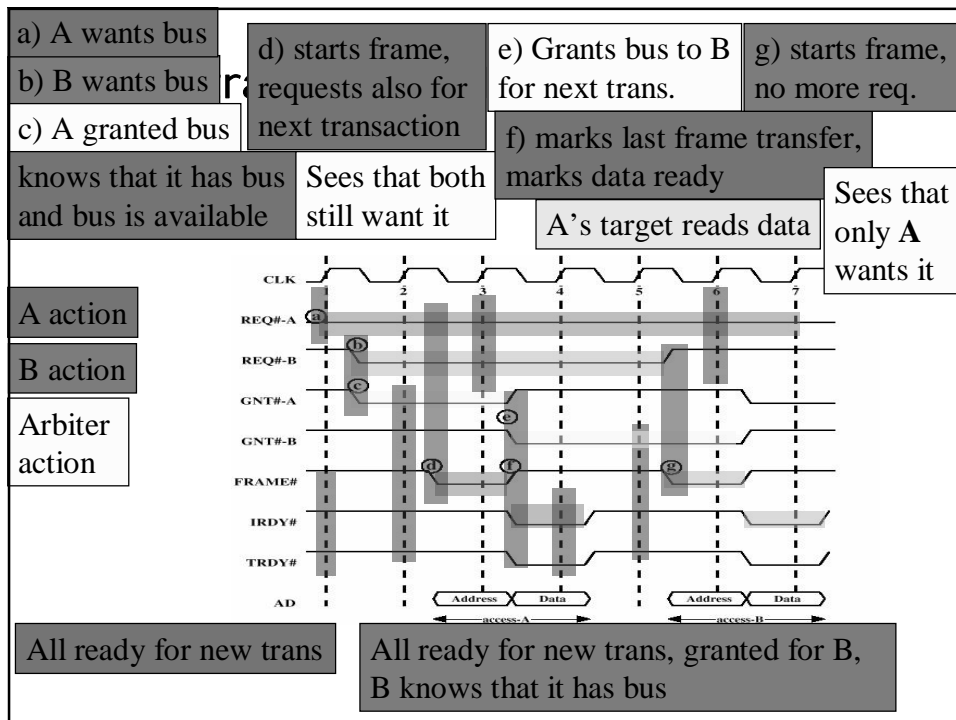
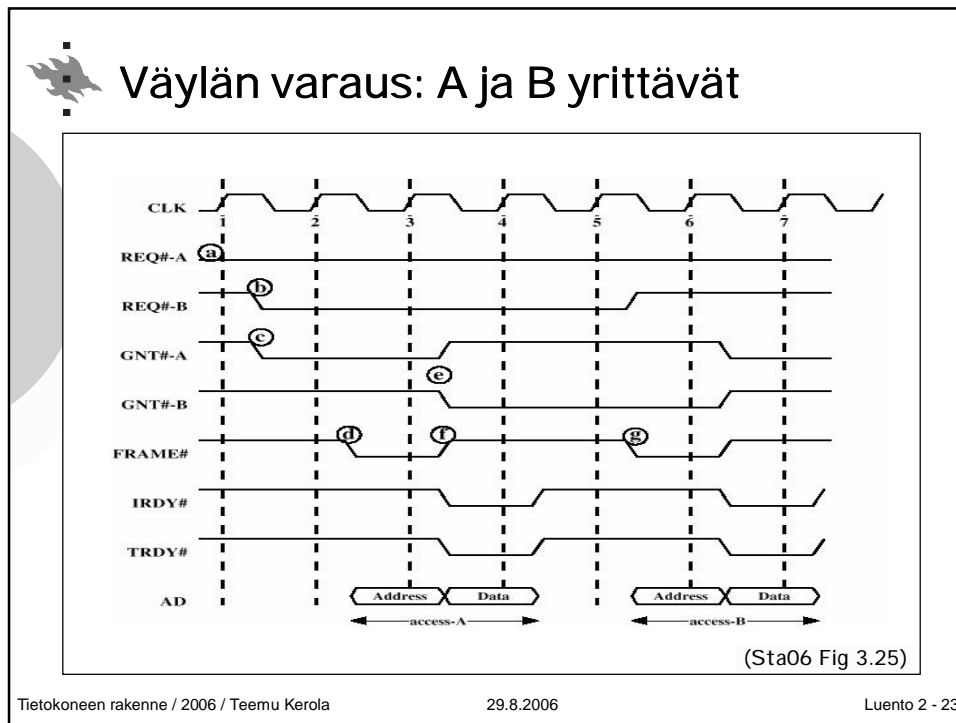


PCI: transaktiot

- n Väylätapahtumat transaktioina
 - u Uusi varaus uutta transaktiota varten
- n Ensin väylän varaus
 - u Keskitetty
 - u lähetä REQ
 - u odota GNT
- n Sitten transaktion suoritus
 - u Väylän varaaja on Initiator
 - u Alussa: merkitse varatuksi (FRAME-signaali)
 - u Lopussa: merkitse vapaaksi



(Sta06 Fig 3.24)



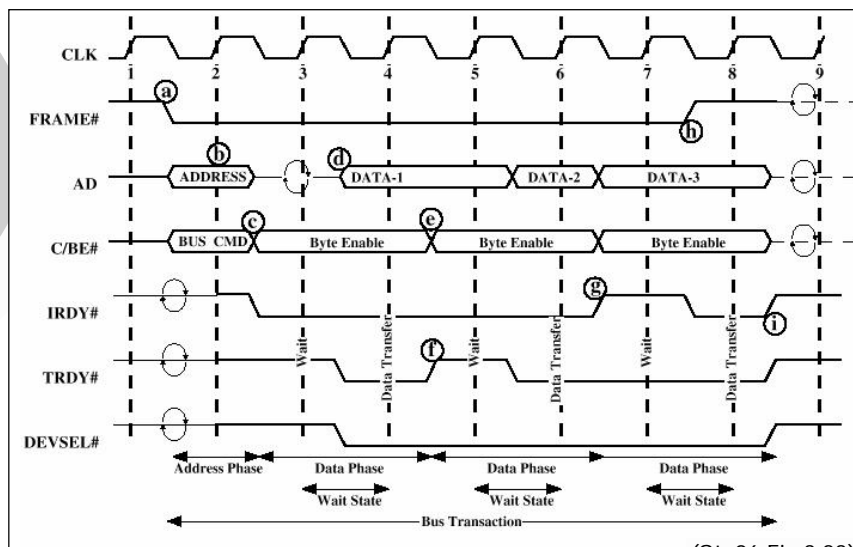


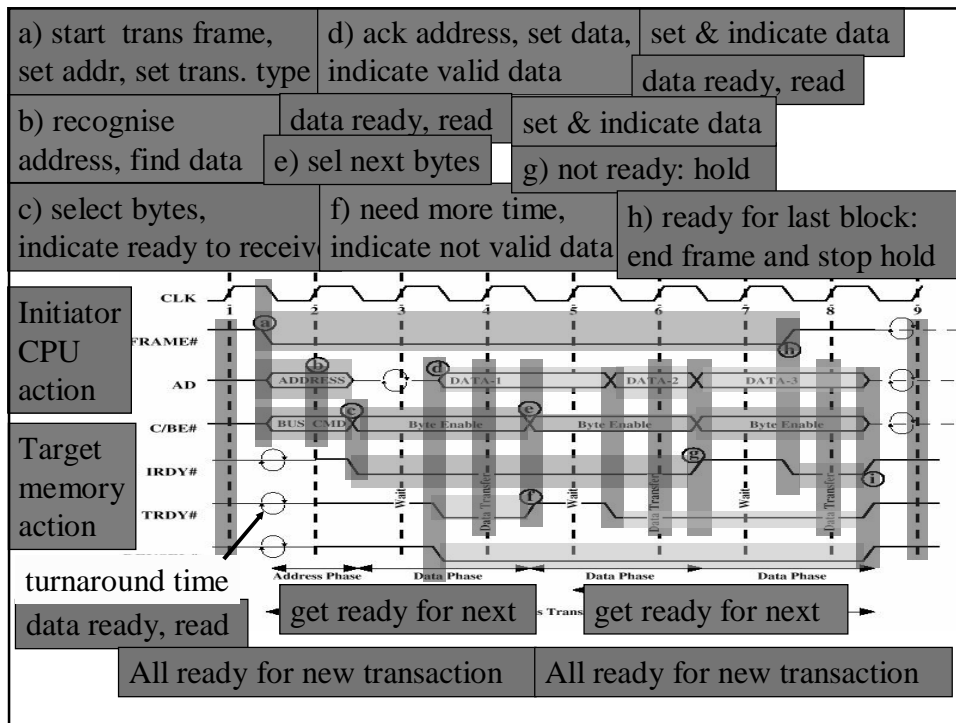
PCI: transaktioita


- n **Memory tai I/O Read/Write [Line | Multiple]**
 - u Siirrä yksi tai useita sanoja (cache line)
- n **Memory Write and Invalidate**
 - u Takaa, että tieto myös välimuistista muistiin
- n **Configuration Read/Write**
 - u Laitteen konfigurointitiedon (256B) käsittelyyn
 - u Plug-and-Play, PnP
- n **Interrupt Acknowledge**
 - u CPU lukee keskeytykseen liittyvää tietoa keskeytysohjaimelta ja kuittaa keskeytyksen saaduksi
- n **Special Cycle**
 - u Yleislähetys usealle vastaanottajalle
- n **Dual Address Cycle**
 - u Käytä 64 bitin osoitetta



PCI Memory Read






Tietokoneen rakenne

PCI Express

[Tan06, s.212]

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 28

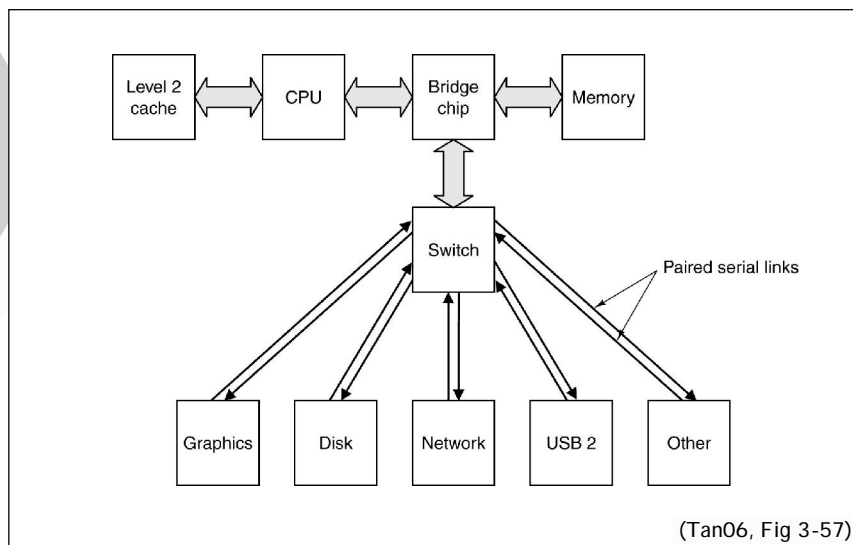


Packet-switched PCI Express

- n PCI-väylä aivan liian hidas monille laitteille
- n Korvaa PCI-väylän (ja muut I/O-väylät)
 - u Laitteita jo saatavilla
- n Rakentuu kytkimen (switch) ympärille
- n Perustuu kaksipisteyhteyksiin (point-to-point)
 - u Kummallekin suunnalle oma johdinpari (lane) (tai 2, 4, 8, 16)
- n Sarjallinen siirtolinkki
 - u Siirto pieninä paketteina (header + payload), bitit peräkkäin
- n Ei varausmekanismia, tai muita ohjaussignaaleja
 - u Saa lähettää silloin, kun haluaa
 - u Kytkin reitittää paketin osoitteen avulla oikealle laitteelle
- n Nopeus yhdellä johdinparilla 2.5Gbps



Tyypillinen PCI Express järjestelmä





PCI Expressin kehuja

- n **Paketeissa mukana ECC**
 - u Luotettavampi kuin PCI -väylä (pariteettibitti)
- n **Laitteiston osat voivat olla kauempana toisistaan**
 - u Esim. kovalevy integroituna näytön koteloon
 - u PCI : max 50 cm PCI Express: jopa 250m valokuidulla
- n **Laajennettavuus**
 - u Kytkimen voi kytkeä edelleen toiseen kytkimeen
- n **Sallii hot-swap operaatiot**
 - u Laitteen voi kytkeä/irrottaa vauhdissa, PnP Plug-and-Play
- n **Pienemmät fyysiset liitännät**
 - u Voidaan tehdä kooltaan pienempiä laitteita



Kertauskysymyksiä

- n Miten synkroninen ja asynkroninen ajoitus eroavat toisistaan?
- n Mitä hyötyä väylähierarkiasta?
- n Miten PCI Express ja PCI poikkeavat toisistaan?
- n ks. myös kurssikirja