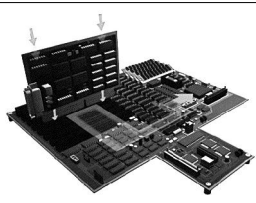


Tietokoneen rakenne Luento 2

Väylät

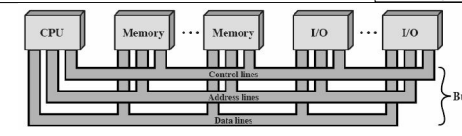


Stallings: Ch 3

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

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

Väylä (Sta06 Fig 3.16)



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

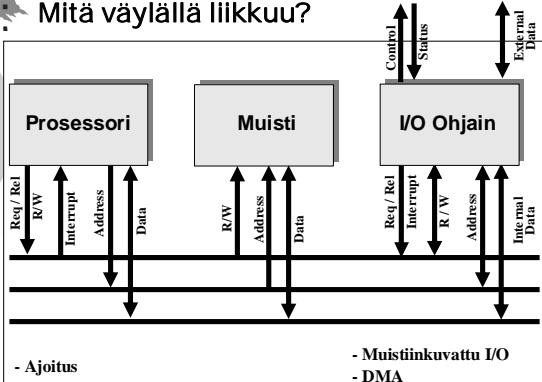
Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 2

Mitä väylällä liikkuu?

- n **Ohjausväylä (- Johtimet)**
 - u Ohjaus ja ajoitustietoa
 - § Lataa muistista, talleta muistiin (R/W)
 - § Keskeytysignaali
 - § Kellosignaali
- n **Osoiteväylä**
 - u Lähteen / kohteen identifiointi
 - § Muistipaikan osoite, laiterekisterin osoite
 - § esim. Mistä käsky/data noudettava, minne data talletettava
 - u Leveys määrää osoitevarauuden koon
 - § Suurin viitattavissa oleva 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

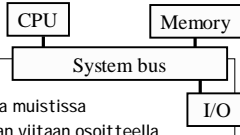
Mitä väylällä liikkuu?



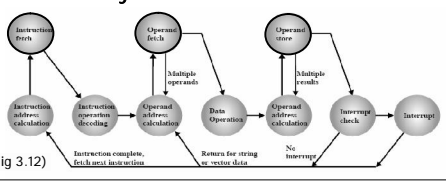
- Ajoitus - Muistiin kuvattu I/O
- DMA

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 4

Väylä = pullonkaula?



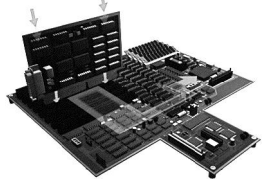
- n **von Neumann arkkitehtuuri**
 - u käskyt ja niiden käsittelemä data muistissa
 - u kaikkeen muistissa olevaan dataan viitataan osoitteella
 - u muistissa peräkkäin olevat käskyt suoritetaan peräkkäin ellei järjestystä eksplisiittisesti muuteta (hypyt)
- n **Fetch-Execute Cycle**



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

Tietokoneen rakenne

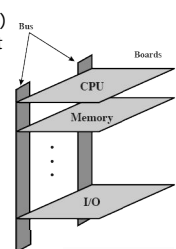
Väylän ominaisuuksia



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

Väylän ominaisuuksia

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



(Sta06 Fig 3.17)

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

Väylän ominaisuuksia

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

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

Synkroninen ajoitus

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

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 9

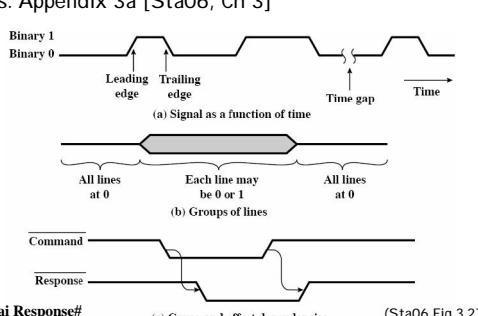
Asynkroninen ajoitus

- Laitteiden ei tarvitse toimia samalla nopeudella**
 - Käsittelyaika määräytyy kunkin laitteen mukaan
 - Laite ei voi päätellä milloin toinen osapuoli valmis
 - § Kauanko tapahtuma vie aikaa?
- Tahdistus erityisen tahdistussignaalin avulla**
 - 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"
 - Seuraavan ajoitus riippuu edellisen päättymisestä
- "Tee tämä kun ehdit, kerro sitten kun on valmista"

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 10

Ajoituskaavion lukeminen

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



(a) Signal as a function of time

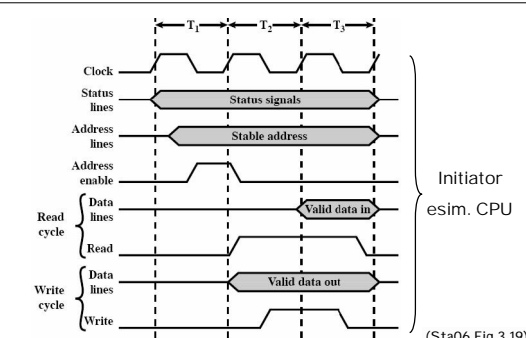
(b) Groups of lines

(c) Cause-and-effect dependencies

(Sta06 Fig 3.27)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 11

Synkroninen ajoitus



Clock

Status lines: Status signals

Address lines: Stable address

Address enable

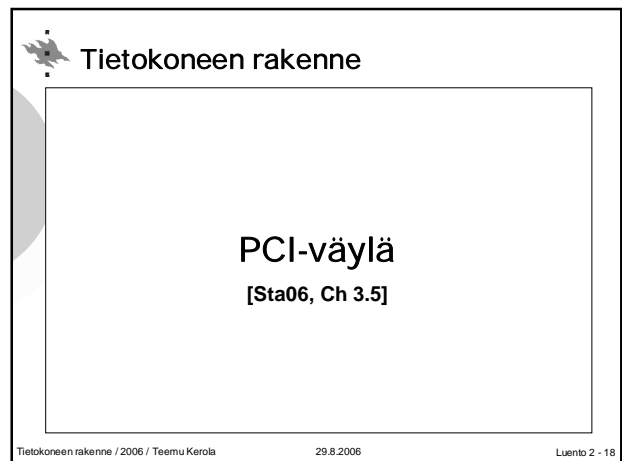
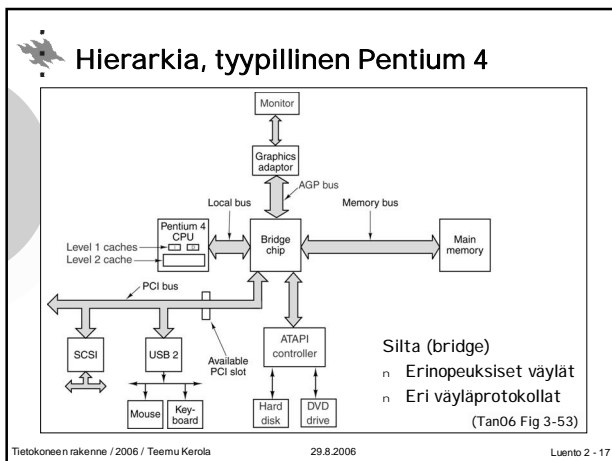
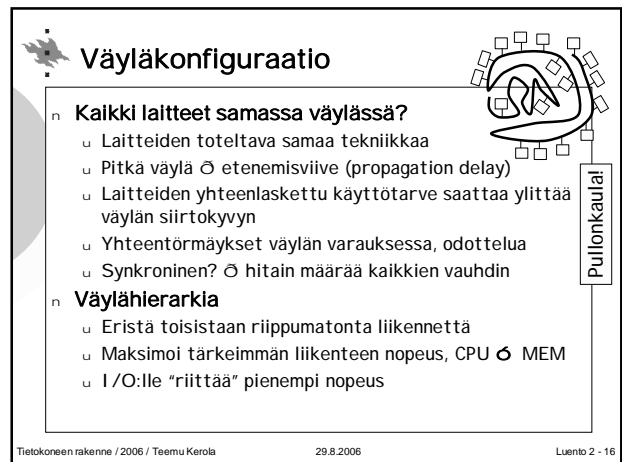
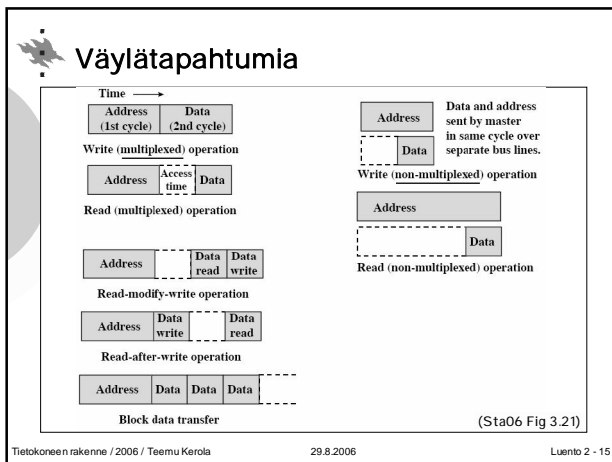
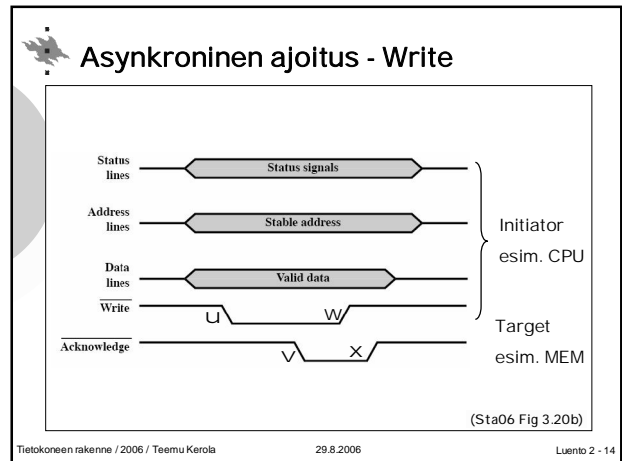
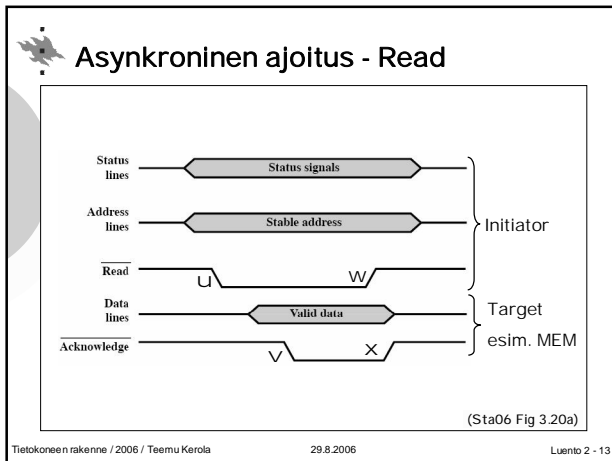
Read cycle: Data lines (Valid data in), Read

Write cycle: Data lines (Valid data out), Write

Initiator esim. CPU

(Sta06 Fig 3.19)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 12



PCI: Peripheral Component Interconnect


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

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

49 pakollista signaalia (mandatory)

Sta06 Table 3.3

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



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

51 valinnaista signaalia (optional)

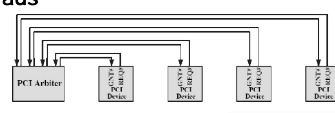
Sta06 Table 3.4

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

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 21

PCI: transaktiot

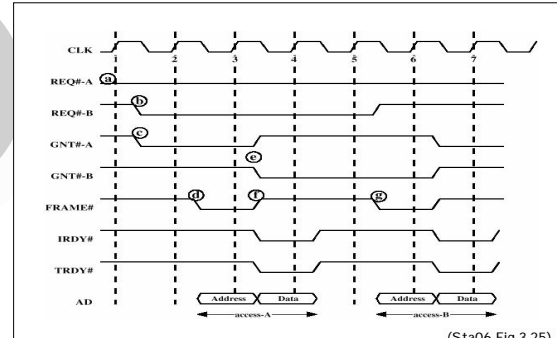
- Väylätapahtumat transaktioina**
 - Uusi varaus uutta transaktiota varten
- Ensin väylän varaus**
 - Keskitetty
 - lähetä REQ
 - odota GNT
- Sitten transaktion suoritus**
 - Väylän varaaja on I initiator
 - Alussa: merkitse varatuksi (FRAME-signaali)
 - Lopussa: merkitse vapaaksi



(Sta06 Fig 3.24)

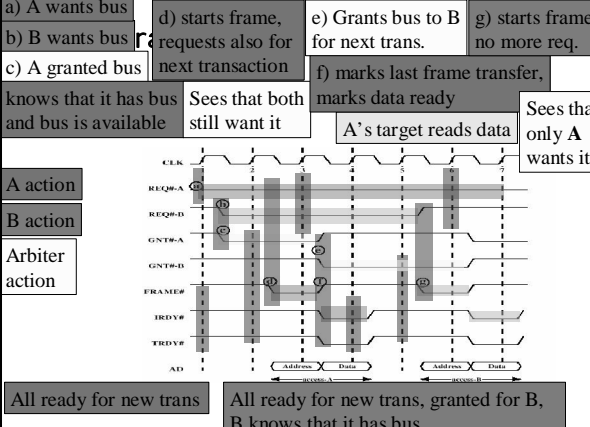
Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 22

Väylän varaus: A ja B yrittävät



(Sta06 Fig 3.25)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 23



a) A wants bus
b) B wants bus
c) A granted bus
d) starts frame, requests also for next transaction
e) Grants bus to B for next trans.
f) marks last frame transfer, marks data ready
g) starts frame, no more req.

knows that it has bus and bus is available
Sees that both still want it
A's target reads data
Sees that only A wants it

A action
B action
Arbiter action

All ready for new trans
All ready for new trans, granted for B, B knows that it has bus

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 vastaanotajalle
- n **Dual Address Cycle**
 - u Käytä 64 bitin osoitetta

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 25

PCI Memory Read

(Sta06 Fig 3.23)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 26

a) start trans frame, set addr, set trans. type d) ack address, set data, indicate valid data set & indicate data
 b) recognise address, find data e) sel next bytes set & indicate data
 c) select bytes, indicate ready to receive f) need more time, indicate not valid data g) not ready: hold
 h) ready for last block: end frame and stop hold

Initiator CPU action
 Target memory action

turnaround time
 data ready, read get ready for next get ready for next

All ready for new transaction All ready for new transaction

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

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 hidask 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 varausmekanismeja, tai multa ohjaussignaaleja
 - u Saa lähettää silloin, kun haluaa
 - u Kytin reitittää paketin osoitteen avulla oikealle laitteelle
- n Nopeus yhdellä johdinparilla 2.5Gbps

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 29

Tyypillinen PCI Express järjestelmä

(Tan06, Fig 3-57)

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 30

PCI Expressin kehuja

- n **Paketeissa mukana ECC**
 - u Luotettavampi kuin PCI -väylä (pariteettibitti)
- n **Laittelston 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

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 31

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**

Tietokoneen rakenne / 2006 / Teemu Kerola 29.8.2006 Luento 2 - 32