

# Käyttöjärjestelmät I

## Luento 2: LAITTEISTOSTA

Stallings, Luku 1

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 1

## Sisältöä

- **Keskusyksikkö**
- **Käskesykli**
- **Keskeytys ja sen käsittely**
- **Siirräntä**
- **Muistihierarkia**

**= Tietokoneen Toiminta kurssin kertausta**

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 2

## Tietokonejärjestelmä

= **laitteisto + ohjelmisto**

- **Sovellus saa laitteiston käyttöönsä**

**KJ:n avustuksella**

- ◆ CPU ja muisti
- ◆ oheislaitteet

- **KJ tarjoaa laitteiston käytössä tarvittavat 'palvelunsa' sovellukselle**

- ◆ prosessien hallinta
- ◆ muistinhallinta
- ◆ siirräntäjärjestelmä
- ◆ tiedostojärjestelmä

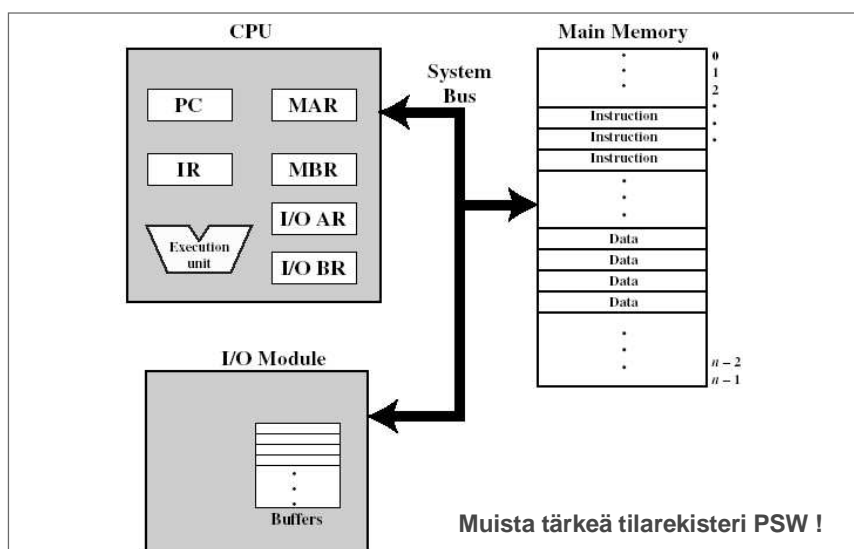
- **KJ on tärkein laitteiston suorittamista ohjelmistoista**

## Käyttöjärjestelmät I

**KESKUSYKSIKKÖ**

# Keskusyksikkö

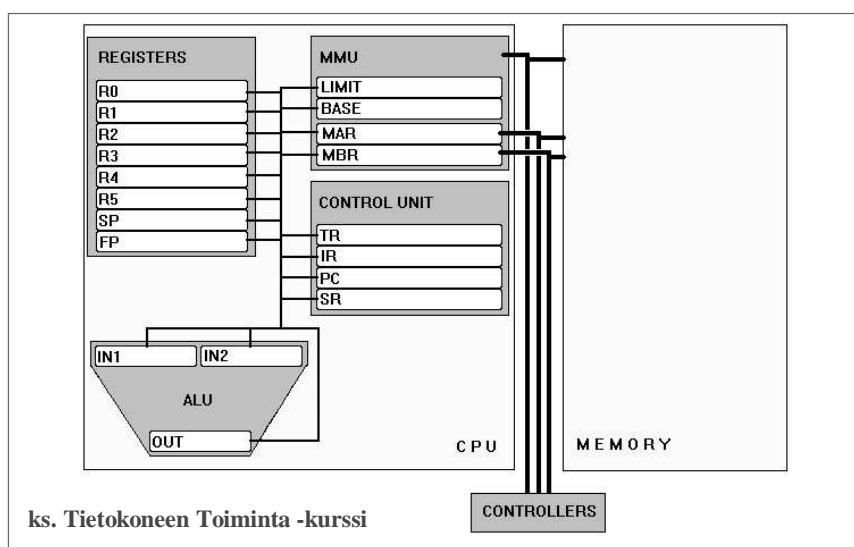
Kuva 1.1



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 5

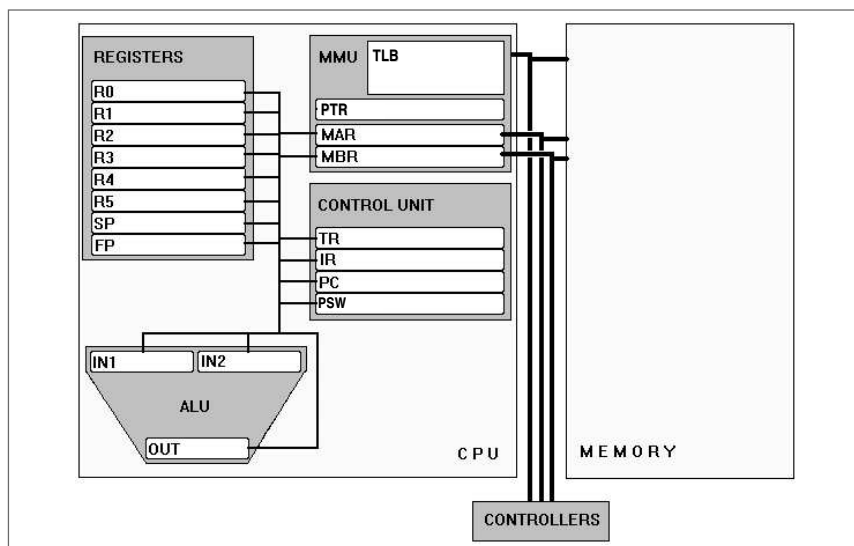
# Keskusyksikkö



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 6

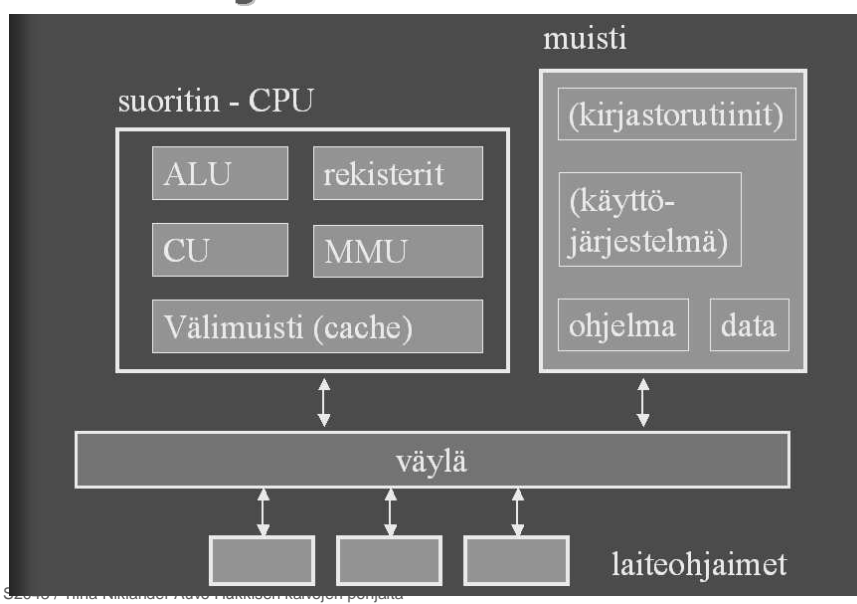
# Keskusyksikkö



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkinen kalvojen pohjalta

2 - 7

# Keskusyksikkö



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkinen kalvojen pohjalta

2 - 8

## Keskusyksikön osat

- **Proessori (CPU)**
  - ◆ käskyjen suoritus
- **(Keskus)muisti**
  - ◆ tilaa ohjelmille ja niiden datalle (myös KJ on ohjelma!)
- **I/O ohjaimet (I/O kanavat, I/O prosessorit...)**
  - ◆ laitteistoa, joka siirtää tietoa muistin ja oheislaitteiden välillä
    - syöttö- ja tulostuslaitteet
    - tallennuslaitteet
    - tietoliikennelaitteet
  - ◆ kommunikointi rekistereitä (I/O portteja) käyttäen
  - ◆ voivat sisältää omaa muistia (puskureita)
- **Väylät**
  - ◆ tiedonsiirto eri osien välillä

## Muistinhallintayksikkö MMU

### Memory Management Unit

- **Muuttaa ohjelman sisäisen osoitteen fyysiseksi muistiosoitteeksi**
  - ◆ ohjelma käyttää siirtymiä alkunsa suhteen
  - ◆ laitteisto käyttää fyysisiä osoitteita
- **MAR, Memory Address Register**
  - ◆ muistiosoitetta varten
- **MBR, Memory Buffer Register**
  - ◆ Muistista noudettavan muistipaikan sisältö
  - ◆ Muistiin kirjoitettava arvo

## Muistinhallintayksikkö MMU

- **Kanta- ja rajarekisteriä käyttävä järjestelmä**
  - ◆ Base Register: ohjelman fyysinen alkuosoite
  - ◆ Limit Register: viimeinen kelvollinen fyysinen osoite tai viitattavissa olevan alueen pituus
- **Virtuaalimuistijärjestelmä (esim.)**
  - ◆ PTR, Page Table Register
    - ☞ Suoritettavan prosessin sivutaulun fyys. alkuosoite
  - ◆ TLB, Translation Lookaside Buffer
    - ☞ Viimeisimmissä osoitemuunnoksissa käytettyjä tietoja

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 11

## Prossessorin rekistereitä

- **Ohjaus- ja tilarekisterit (Control & Status Registers)**
  - ◆ osa vain CPU:n sisäiseen käyttöön
  - ◆ osa vain KJ:n käyttöön
  - ◆ osa epäsuorasti ohjelmien viitattavissa
    - ☞ hyppykäskey muuttaa PC:n arvoa
    - ☞ vertailu asettaa tilarekisterin
    - ☞ ehdollinen hyppykäskey tutkii tilarekisteriä
- **Yleiskäyttöiset rekisterit (User-visible registers)**
  - ◆ ohjelmien käytettävissä (myös KJ:n!)
  - ◆ viitattavissa nimellä konekielen tasolla
  - ◆ datan ja osoitteiden tallettamiseen

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 12

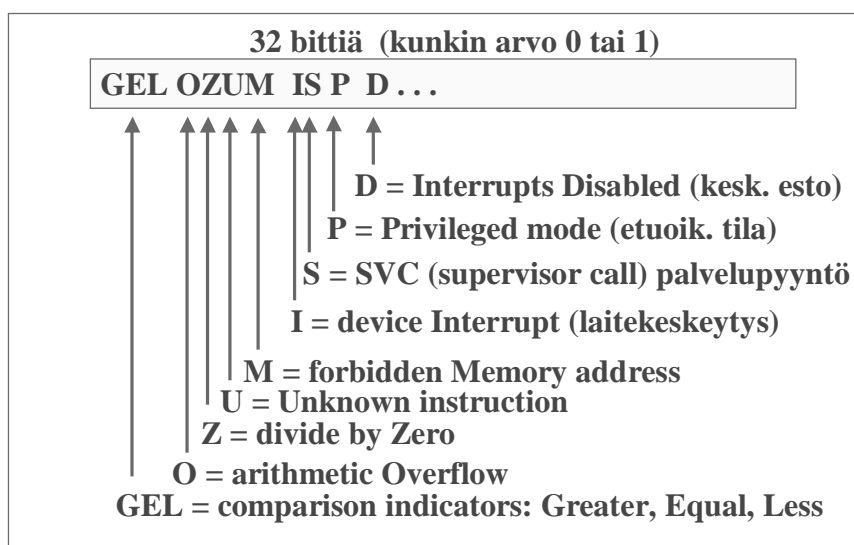
## Ohjaus- ja tilarekistereitä

- **Käskeysoitin PC (Program Counter)**
  - ◆ seuraavaksi suoritettavan käskeyn virtuaaliosoite
- **Käskeyrekisteri IR (Instruction Register)**
  - ◆ suoritettavaksi noudettu käskey
- **Tilarekisteri PSW (Program Status Word)**
  - ◆ Tietoa laitteiston tilasta ja toiminnan siihen aiheuttamista muutoksista
  - ◆ lipukkeet (flags)
    - ☞ vertailujen tuloksille, virhetilanteille
    - ☞ keskeytyksille, keskeytyksien esto / salliminen
    - ☞ etuoikeutettu tila / käyttäjätila

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 13

## Esimerkki Tilarekisteristä



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 14

## Yleiskäyttöisiä rekistereitä

- **Työrekisterit (Data Registers)**
  - ◆ prosessin suoritusaikaisen datan tallettamiseksi
  - ◆ käyttötarkoitus ohjelman (ohjelmoijan) tarpeiden ja mieltymysten mukaan
- **Osoiterekisterit (Address registers)**
  - ◆ datan ja käskyjen osoitteiden hallintaan
  - ◆ voi sisältää esim. osoitteen osan, jota käytetään muistiosoitteen laskennassa
  - ◆ Esim:
    - ☞ Indeksirekisteri (index register)
    - ☞ Segmenttirekisteri (segment pointer)
    - ☞ Pino-osoitin (stack pointer)

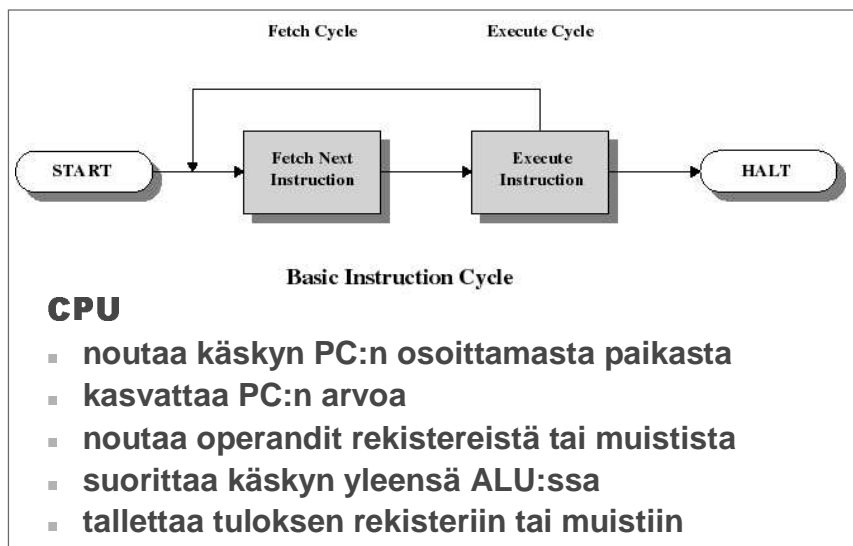
## Käyttöjärjestelmät I

**KESKEYTYS**



## Käskesykli (perusmalli)

Kuva 1.2



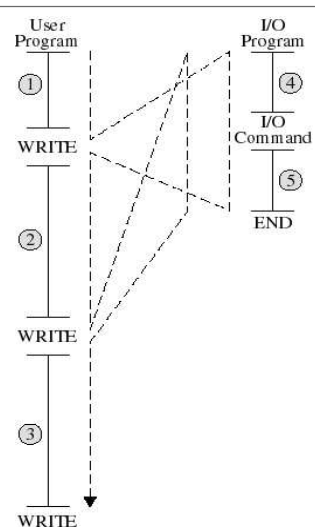
KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 17

## Yksinkertainen siirräntä

Kuva 1.5a

- **Palvelupyyntö antaa kontrollin laiteajurille**
    - CPU suorittaa KJ:n koodia
  - **Ajuri alustaa ohjaimen sekä antaa tarvittavat käskyt, jolloin siirräntä käynnistyy (4)**
  - **Ajuri odottaa (pollaa), että siirräntä valmistuu**
  - **Ajuri tekee lopputoimet, ja palauttaa sovellukselle statustietoa (5)**
- **CPU odottelee "jouten"!**



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 18

## Keskeytys

- **Sallii CPU:n ja ohjaimien yhtäaikaisen toiminnan**
- **CPU vain käynnistää siirännän, ja voi jatkaa muiden käskyjen suoritusta**
- **Kun siirto valmis, ohjain keskeyttää CPU:n**
- **CPU siirtyy suorittamaan KJ:hin kuuluva keskeytyskäsitelyä**
- **Kun KJ käsitelty tilanteen, siirron valmistumista odottanut prosessi voi päästä taas suoritettavaksi**

## Moniajo (multiprogramming)

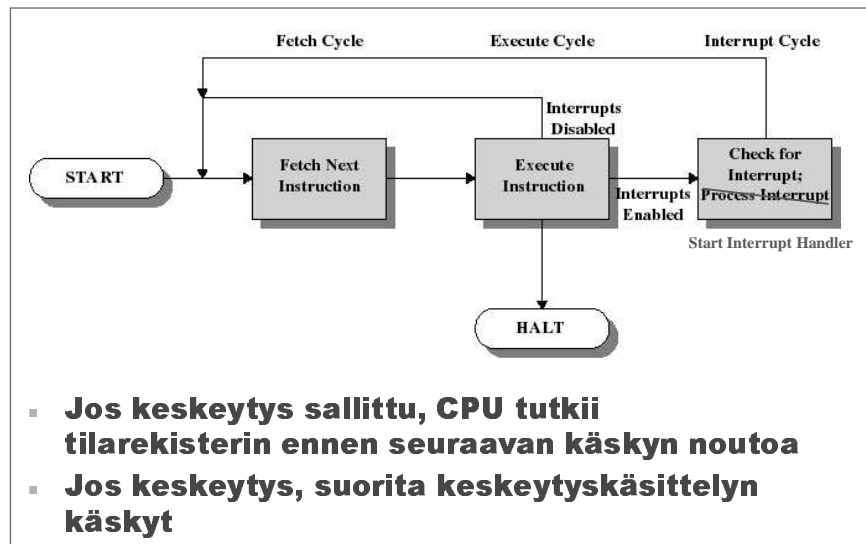
- **Siirräntä hidasta, eikä sovellus voi aina jatkaa ennenkuin siirto valmis**
  - ◆ esim. prosessi lukee tietoa oheislaitteelta
- **CPU odottaa toimeettomana keskeytystä**

**Idea: KJ ottaa suoritukseen useita prosesseja**

- **Kun yksi odottaa, suorita toista**
- **Entä, jos prosessi ei tee siirräntää?**
  - ◆ Ei palvelupyynnöjä, ei keskeytyksiä
  - ◆ Muut prosessit nälkiintyvät
- **Tarvitaan kello, joka keskeyttää**

## Käskesykli (täydennetty)

Kuva 1.7



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 21

## Keskeytys

Table 1.1 Classes of Interrupts

<b>Program</b> - virhe - palvelupyyntö	Generated by some condition that occurs as a result of an instruction execution, such as arithmetic overflow, division by zero, attempt to execute an illegal machine instruction, and reference outside a user's allowed memory space.
<b>Timer</b>	Generated by a timer within the processor. This allows the operating system to perform certain functions on a regular basis.
<b>I/O</b>	Generated by an I/O controller, to signal normal completion of an operation or to signal a variety of error conditions.
<b>Hardware failure</b>	Generated by a failure, such as power failure or memory parity error.

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 22



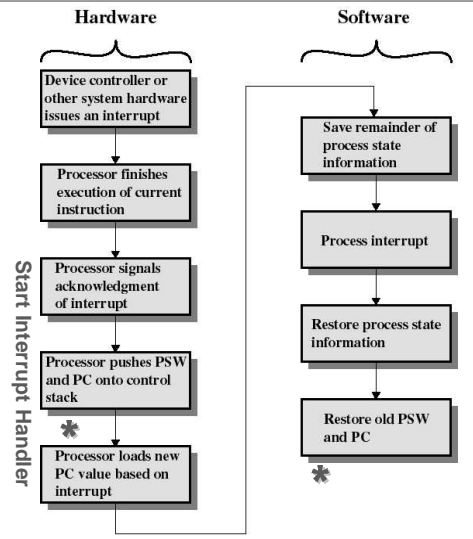
# Keskeytykskäsitteily

(kuva 1.10)

Kirja s. 21-25

\* Etuoikeutettu tila vs. käyttäjätila

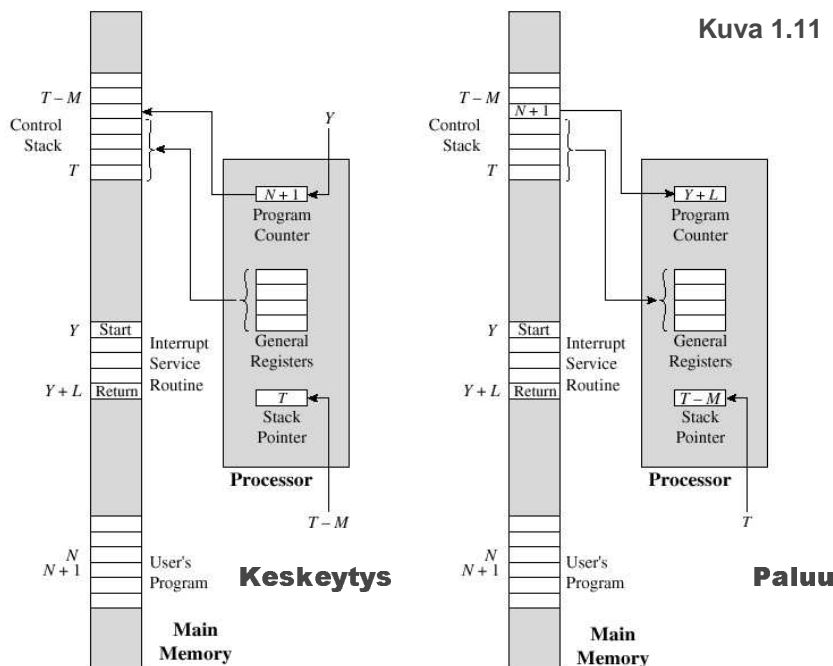
\* Keskeytysten esto vs. salliminen



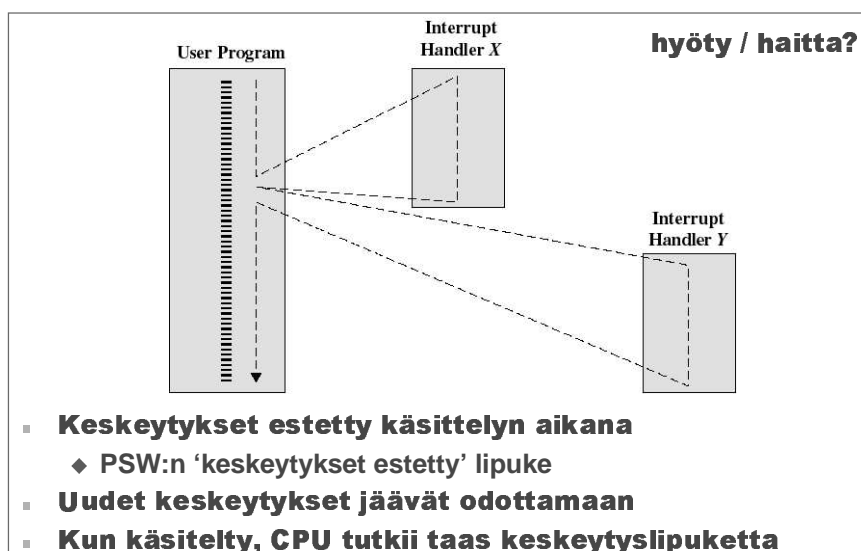
KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 25

Kuva 1.11



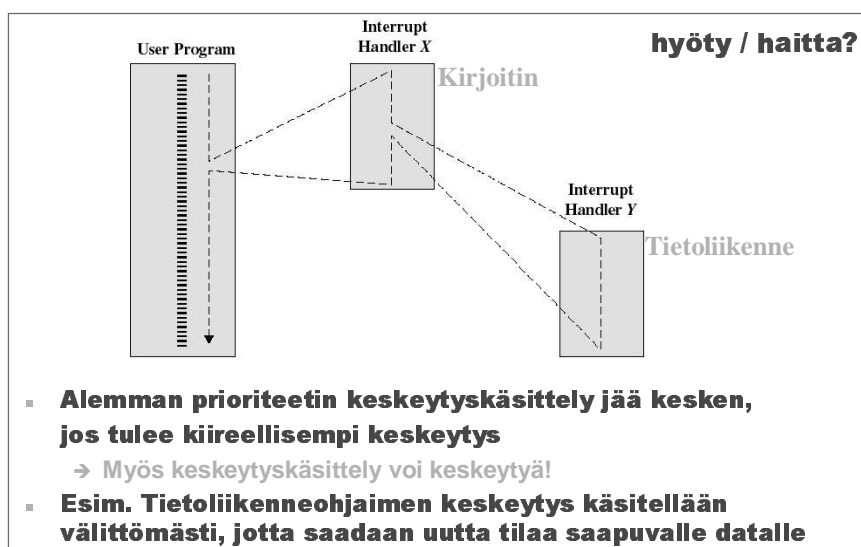
## Peräkkäinen käsittely



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 27

## Priorisoitu käsittely



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 28

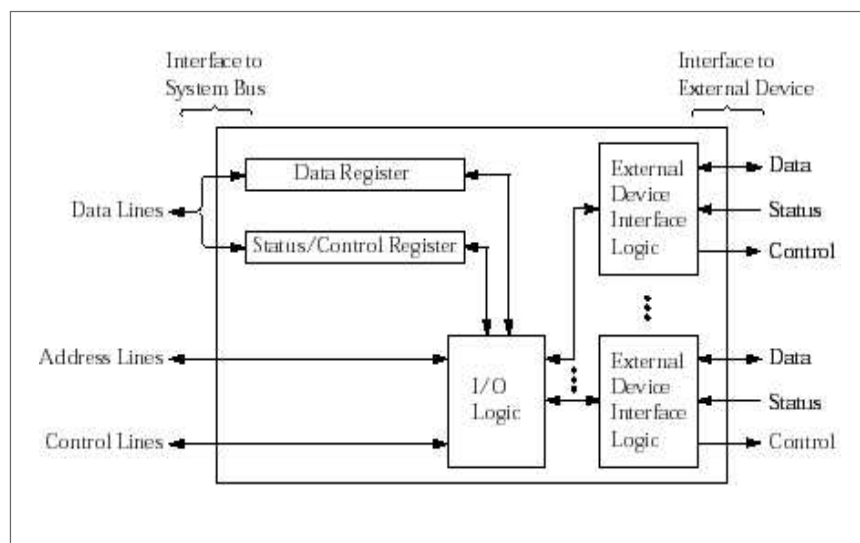
# Käyttöjärjestelmät I

## SIIRRÄNTÄ

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 29

# I/O-ohjain



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 30

## I/O-ohjain

- **Ohjain puskuroi väylältä tulevan / väylälle menevän datan datarekistereihinsä**
  - ◆ sisäisen ja ulkoisen väylän nopeusero
- **Status- ja ohjausrekisteri(t)**
  - ◆ statustietoa ohjaimen / siirron tilasta
  - ◆ siirtokäskyt, osoitteet (lähde/kohde), tavumäärä
- **Väylän varaus ja CPU:n keskeytys ohjausväylää käyttäen**
- **Liittymä laitteeseen vaihtelee tarpeen mukaan**

## Siirtomenetelmät

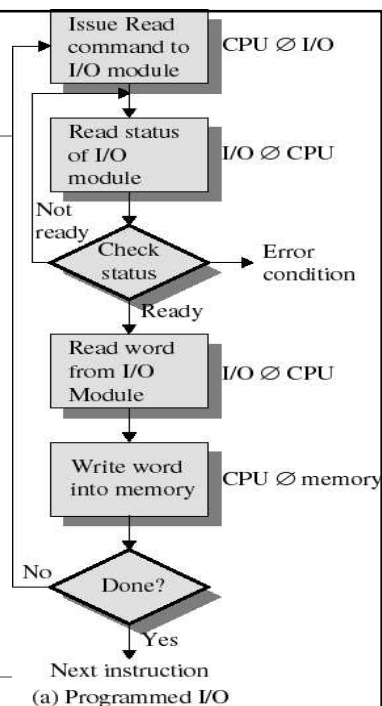
### Kolme perusmenetelmää

- **Suora I/O (Programmed I/O)**
  - ◆ ei keskeytyksiä
- **Epäsuora, keskeyttävä I/O (Interrupt-driven I/O),**
  - ◆ ohjain keskeyttää
- **DMA-siirto (Direct Memory Access)**
  - ◆ ohjain keskeyttää
  - ◆ ohjain siirtää suoraan keskusmuistiin
  - ◆ 'Älykäs' laiteohjain



## Suora I/O

- Ei keskeytystä, CPU tutkii toistuvasti statusrekisteriä (*busy waiting, pollaus*)
- Kun siirto valmis, CPU kopioi sanan ohjaimen datarekisteristä muistiin
- CPU varattuna siirron ajan
- Vain yksinkertaisissa laitteistoissa
- Sykli toistettava kunnes kaikki siirretty
  - ◆ Ajurilla iso rooli

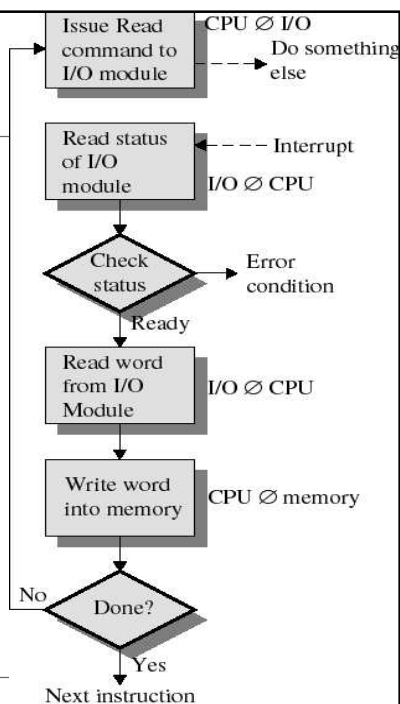


KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

## Epäsuora I/O

- Ohjain keskeyttää, kun siirrettävä sana datarekisterissä
- CPU siirtää datan muistiin
- CPU:n ei tarvitse pollata, kun ohjain siirtää laitteelta
- Sykli toistettava erikseen jokaiselle sanalle

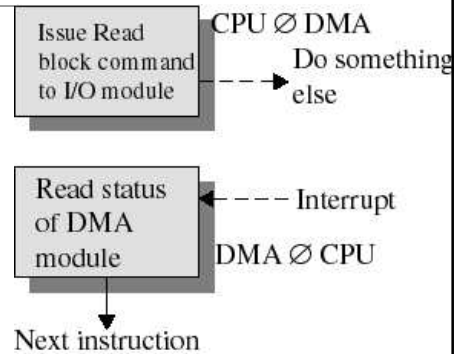
→ Siirto kuormittaa edelleen CPU:ta



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

## DMA-siirto

- CPU ohjaimelle:  
*mistä, minne, paljonko, suunta (R / W)*
  - Ohjain siirtää laitteen ja muistiin välillä
  - Keskeytys vasta, kun koko data siirretty
  - CPU:ta vain alussa siirron käynnistykseen ja lopussa statuksen tutkimiseen
- CPU voi suorittaa siirron aikana muita prosesseja

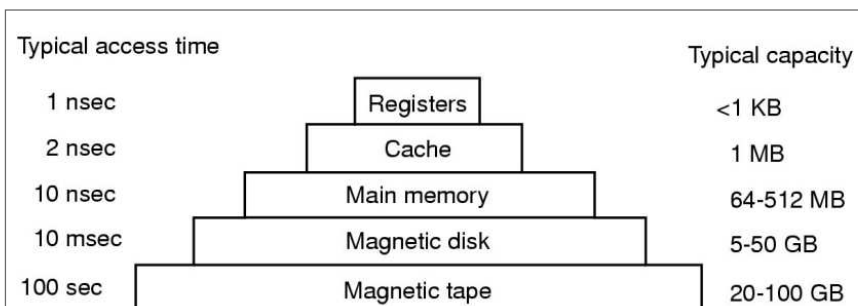


## Käyttöjärjestelmät I

### MUISTI

# Muistihierarkia

Tan01 1.14



## Pentium 4 cache:

8 KB datalle, 12 KB koodille, ulkoinen 256 KB

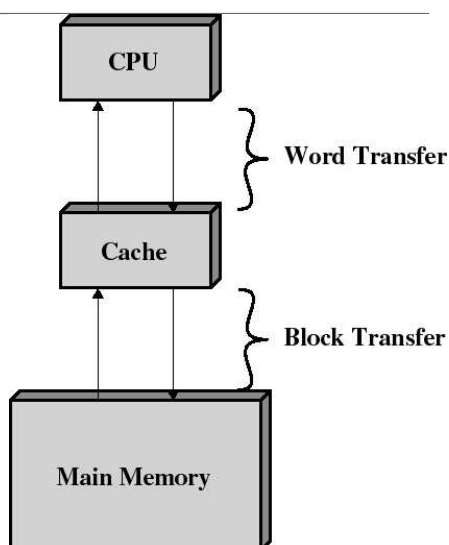
nano =  $10^{-9}$ , mikro =  $10^{-6}$ , milli =  $10^{-3}$

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 37

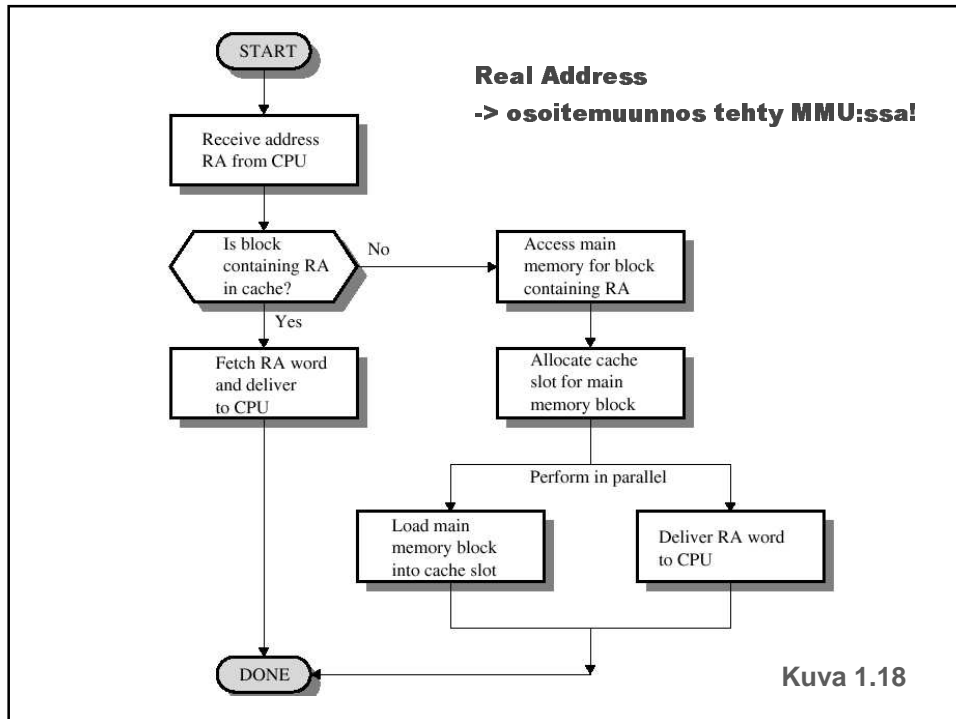
# Välimuisti (cache memory)

- Pieni, nopea muisti / rekisterijoukko CPU:n ja keskusmuistin välissä
- CPU:n osana ja / tai ulkopuolella
- Laitetasolla, ei näy ohjelmissa / KJ:ssä
- CPU tutkii ensin löytyykö viitatus fyys. muistipaikan sisältö välimuistista
- Jos ei löydy, CPU tuo välimuistiin lohkon, joka sisältää myös viitatus muistipaikan



KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

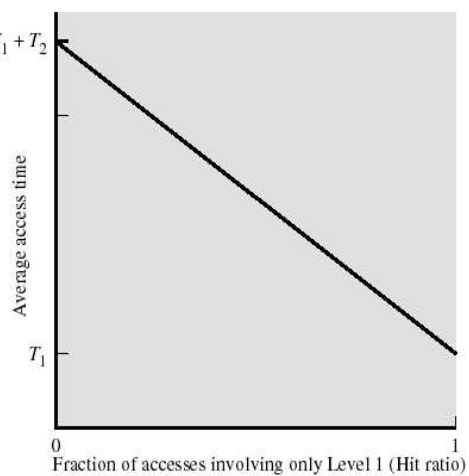
2 - 38



## Osumatodennäköisyys (Hit Ratio)

= Todennäköisyys, että viitattu muistipaikka on välimuistissa

- **T1 = saantiaika välimuistista**
- **T2 = saantiaika keskusmuistista**
- **T2 >> T1**
- **Kun osumatodenn. lähellä arvoa 1, keskim. saantiaika lähellä T1:tä**



## **Paikallisuus** (locality of references)

### **Ajallinen ja alueellinen paikallisuus:**

- **Esim. silmukassa suoritetaan toistuvasti samaa käskyjoukkoa**
  - **Tietyissä osassa koodia käytetään tyypillisesti vain tiettyjä muuttujia (data)**
- **Kun ohjelma viittaa tiettyyn muistipaikkaan (käsky tai data), on tn., että se viittaa pian samaan paikkaan uudelleen tai sen lähellä oleviin muistipaikkoihin**
- **Osumatodenn. helposti lähellä arvoa 1 jo pienellä välimuistilla**

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 41

## **Lohkopuskurit** (block cache, disk cache)

- **Keskusmuistialue, jonne puskuroidaan levyltä / levyille siirrettävää dataa**
  - ◆ ei siis erillinen laitteiston osa
- **Kun tiettyihin tavuihin on viitattu, viitataan pian melko varmasti niitä seuraaviin tavuihin**
- **Jos haettavat tavut eivät löydy puskurista, siirtää KJ kokonaisen levylohkon levyltä puskuriin**
  - ◆ Ennaltanouto
- **Paikallisuus!**

KJ-I S2043 / Tiina Niklander Auvo Häkkisen kalvojen pohjalta

2 - 42

## **Kertauskysymyksiä**

- **Mitä hyötyä on keskeytysmekanismista? Voiko tietokone toimia ilman keskeytyksiä?**
- **Miten keskeytysmekanismi toimii?**
- **Miksi keskeytyksiä kannattaisi priorisoida?**
- **Miten CPU saadaan suorittamaan KJ:tä / tavallista prosessia?**
- **Miten CPU niitä käskyjä suorittaa?**
- **Mikä oleellinen ero on suoralla I/O:lla ja epäsuoralla I/O:lla?**
- **Miksi DMA siirto on järkevää levysirroissa?**
- **Miten paikallisuutta voidaan hyödyntää?**