

Luento 0

# 581305-6 Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola

Kurssin esittely

Tavoitteet

Komponentit

# Tietokoneen toiminta

- Kurssin aihepiiri ja tavoitteet
- Kurssin suoritusmuoto
  - Luennot ja verkkoluennot
  - Paja ja harjoitustehtävät
  - Minikokeet, kurssikuulustelu, erilliskoe
- Ttk-91 esimerkkietokone
  - Titokone simulaattori
  - TitoTrainer ympäristö
  - Examinarium-koe
- Lue **www-sivut huolella**

<https://courses.helsinki.fi/fi/tkt10005/124962043>

<https://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/2018s/aikataulu.html>

# Kurssin näkökulma: yhden ohjelman suorittaminen

- Mikä on ohjelman esitysmuoto laitteistossa?
- Miten laitteisto suorittaa ohjelmaa?
- Mitkä laitteiston osat osallistuvat tähän ja miten?
- Tavoitteena: yleiskuva tietokoneen toiminnasta ja sen perusrakenteesta

# Tietokone- järjestelmä

Java-ohjelma

Ohjelmointiympäristö  
(esim. Net Beans)

Käyttöjärjestelmä  
(esim. Linux/Windows)

Tito

Turing

Von Neumann

Boole

Tito  
(CO-I)

Tietokoneen rakenne  
(CO-II)

sähköä

CPU

Näyttö

Näppäimistö

Muisti

Levy muisti

portit

kellopulssi

virtalähde

mikrosiru

# Tietokone numeroina

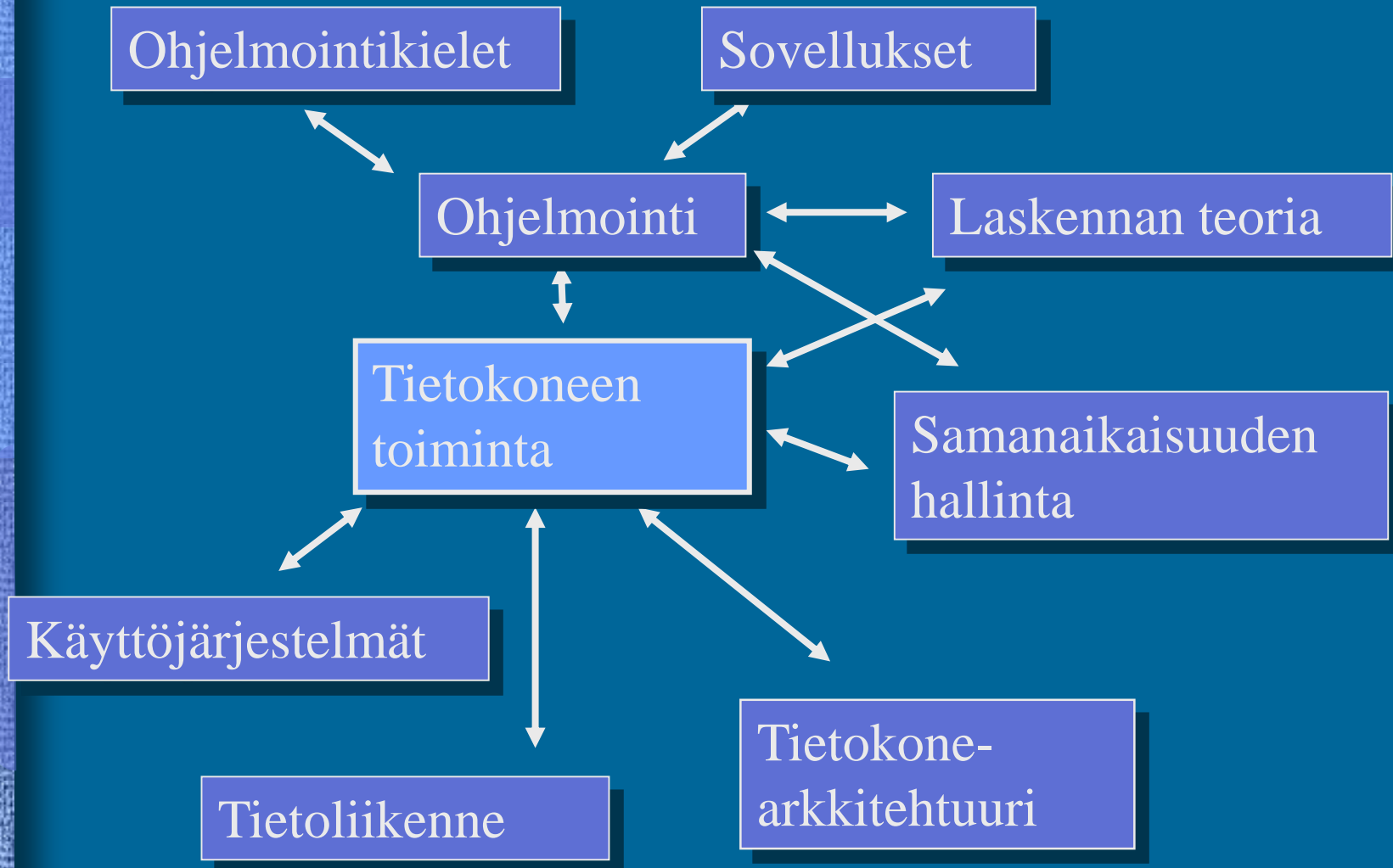
- Suoritinesimerkkejä:
  - AMD Athlon II X4 645, 3.1 GHz
  - Intel Core i5-520U, 2.4 GHz
  - ARM Cortex A-8, 600 MHz – 1 GHz
- Keskusmuisti
  - 2 Gt – 192 Gt (gigatavu, giga byte, GB)
  - Kt, Mt, Gt, Tt
- Mitä tarkoittaa GHz?
- Montako bittiä tarvitaan osoitteeseen?

Nykyteknologian numerot eivät ole niin tärkeitä!

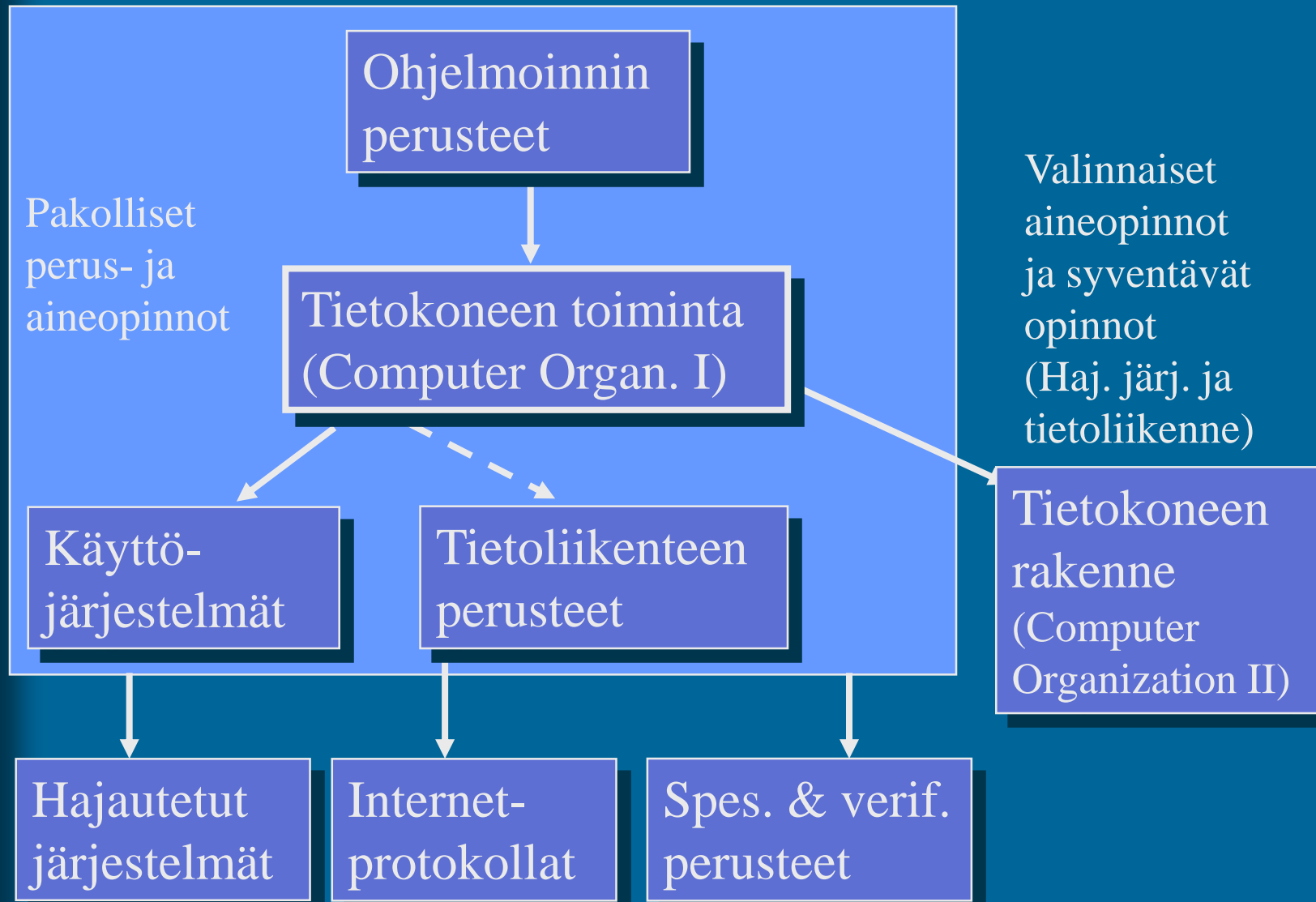
# SI-järjestelmän kerrannaisyksiköt

Exp.	Explicit	Prefix	Exp.	Explicit	Prefix
$10^{-3}$	0.001	milli	$10^3$	1,000	Kilo
$10^{-6}$	0.000001	micro	$10^6$	1,000,000	Mega
$10^{-9}$	0.000000001	nano	$10^9$	1,000,000,000	Giga
$10^{-12}$	0.0000000000001	pico	$10^{12}$	1,000,000,000,000	Tera
$10^{-15}$	0.0000000000000001	femto	$10^{15}$	1,000,000,000,000,000	Peta
$10^{-18}$	0.0000000000000000001	atto	$10^{18}$	1,000,000,000,000,000,000	Exa
$10^{-21}$	0.00000000000000000000001	zepto	$10^{21}$	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
$10^{-24}$	0.0000000000000000000000001	yocto	$10^{24}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

# Aihepiirien välisiä riippuvuuksia



# Kurssien välisiä riippuvuuksia





# TiTo (5 op), suoritusmuodot

- Luentokurssi

”Tavallinen kurssi”

- Luennot
- Verkkoluennot, oppikirjat, kertauskysymykset
- Titokone/TitoTrainer pajassa ja itsenäisesti
- Harjoitustehtävät, harjoitukset
- Minikokeet (4) -- EI KURSSIKOETTA

- Itseopiskelu

”Itseopiskelu”

- Viimeksi pidetyllä luentokurssilla esitetyt asiat
  - Oppikirjat
- Titokone/TitoTrainer itsenäisesti
- Erilliskoe

- Ohjattu itseopiskelukurssi

”Ohjattu itseopiskelu”

- Kuten itseopiskelu erilliskoetta varten
- Titokone/TitoTrainer itsenäisesti
- Harjoitustehtävät (+ TitoTrainer tehtäviä), harjoitukset
- Minikokeet (4)

# Ryhmätyöskentely

- Ryhmätyötä
  - Ryhmässä on parempi opiskella kuin yksin
  - Vertaisopiskelijoiden tuki
- Opiskelijakeskeinen oppiminen
  - Vastuu oppimisesta on opiskelijalla
  - Ohjaajat edistävät opiskelijan oppimista
  - Ohjaajat luovat puitteet oppimiselle
- Eri tyyppistä ryhmätyötä
  - Harjoitustehtävien ratkaisu itsenäisesti ja niistä keskustelu ryhmässä
  - Titokone/TitoTrainer tehtävien työstäminen ryhmätyönä
  - Muu vapaamuotoinen yhteistyö

# Verkkokurssi

- Merkittävä osa kurssin materiaalista ja toiminnoista verkossa
  - Verkkoluennot
  - Titokone, TitoTrainer, TitoTrainer-tehtävät
  - Tiedotus, kalvokopiot, tehtävät, tulokset
- Verkkokurssi  $\neq$  etäopiskelu
  - Luennot
  - Pajatyöskentely
  - Viikoittaiset harjoitustilaisuudet
  - Kokeet
  - Osan kurssin osioista voi tehdä verkon avulla etäopiskeluna

# Verkkoluennot

- Itseopiskelumateriaalia verkossa, luennot 1-11
  - Varatkaa noin kaksi tuntia kunkin luennon läpikäyntiin
  - Materiaalia noin 60-90 min per kerta
  - Materiaalin käytöstä ei pidetä kirjaa
- Materiaalin tuotanto
  - Teemu Kerola, 2004-2005
    - Jotkut teknologiaviittaukset ovat vähän vanhoja... epäolennaista.
  - Macromedia Authorware –ohjelmistolla
  - <http://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/verkkoluennot>
- Käyttö
  - Selaimen Authorware liitospalikka Windows-ympäristössä
    - Ilmeisesti vain Firefox? ja Chrome?
  - Flash- ja mp4-versiot, useimmissa ympäristöissä
  - Pdf-versiot (vain teksti, ei puhetta)

# Luennot

- Annetusta aihepiiristä (ks. aikataulu)
  - Opiskele etukäteen (kirja, verkkoluennot)
  - Jos et ole opiskellut aihepiiriä etukäteen, luentojen hyöty on pienempi
- Pienryhmäkeskustelua joistakin aihepiirin alueista
- Kysy epäselvät asiat

# Harjoitustehtävät (12/60 p)

- Tavanomaiset laskuharjoitustehtävät
- Oppiminen tapahtuu tehtäviä ratkaistaessa ja niistä keskusteltaessa
  - Opiskele aihepiirin asiat ennen tehtävien työstämistä itsenäisesti
  - Työstä tehtäviä itsenäisesti ennen niistä käytävää keskustelua
  - Valmiin vastauksen lukeminen tai antaminen toiselle on hyvän oppimistilaisuuden hukkaan heittämistä!
    - Haittaa sen toisen oppimista!
- Vaikuttavat arvosanaan
  - Tehdyistä tehtävistä saa harjoitustehtävapistettä (htp)
  - Vain ryhmätapaamisessa läsnäoleville
  - Htp:t skaalataan lineaarisesti arvosanapisteiksi (n. 83% → 12 p)

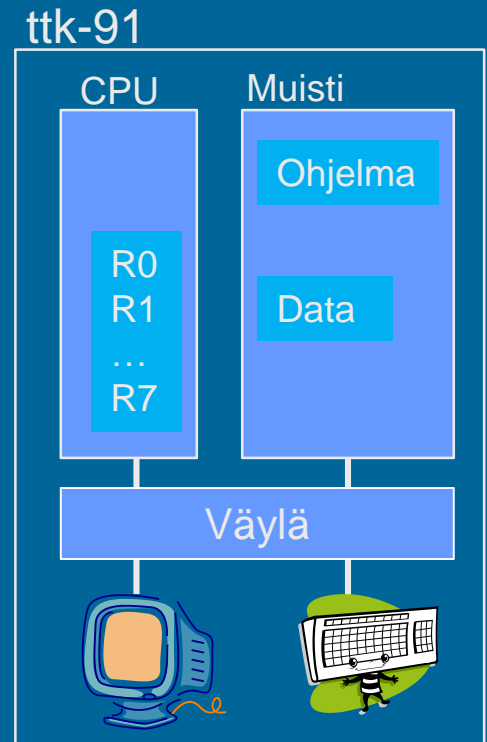
# Harjoitustilaisuudet



- Opiskelijat jaetaan ”pöytiin”
  - Joka pöydässä kuhunkin tehtävään ainakin yksi sen tehtävän ratkaissut opiskelija?
- Harjoitustehtävien läpikäynti opiskelijavetoisesti pienryhmissä
  - Ei välttämättä valmiiden ratkaisujen esityksiä kaikille
  - Voi otaksua, että kaikki ovat tutustuneet tehtäviin etukäteen ja ainakin yrittäneet ratkaista ne
  - Ohjaaja auttaa tarvittaessa
- Malliratkaisut käytettävissä tilaisuuden loppupuolella
  - Mukana ylim. keskustelutehtäviä
- Lopuksi käydään 1 tai useampi tehtävää läpi yhdessä
- Kaikki ovat paikalla loppuun asti

# Ttk-91 esimerkkietokone

- Auvo Häkkinen, 1991
  - Tietokoneen toiminta –kurssi 1991
- Yksinkertainen tietokonearkkitehtuuri
  - Määrittelytaso juuri tälle kurssille sopiva
- Yksinkertainen (symbolinen) konekieli
  - Helppo oppia, ei liikaa konekäskyjä
  - Sopiva tämän kurssin tavoitteisiin
- Tavoitteet
  - Ymmärtää, minkälaista koodia suoritin käyttää
  - Ymmärtää, miten järjestelmä suorittaa ohjelmaa





# Titokone

- Java-ohjelma, joka simuloi ttk-91 tietokonetta ja sen käyttöjärjestelmää
  - ttk-91 spesifikaatio, Auvo Häkkinen, 1991
    - Alkup. ttk-91 simulaattori kirjoitettu Pascalilla, ei enää käytössä
  - Toimii samalla tavalla kuin laitteistolla toteutettu ttk-91 kone ja sen käyttöjärjestelmä
  - Ohjelmistotuotantoprojekti Koski, kevät 2004
- Titokone
  - Ttk-91 symbolisen konekielen kääntäjä
  - Ttk-91 emulaattori, joka suorittaa käännettyjä ttk-91 konekielisiä ohjelmia
  - Ohjelmistonkehitysympäristö sisäänrakennettuna emulaattorissa
  - Animaattori, joka visualisoi käskyjen suoritusta ttk-91 arkkitehtuurin laitteistossa
  - Graafinen käyttöliittymä

```
LOAD R3, X  
→ 0x39845890
```

<http://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/esimerkit/>

<http://www.cs.helsinki.fi/group/titokone/distr/titokone-1.203.jar>

Keskustele

# TitoTrainer

- Nykyinen versio: TitoTrainer2
- Titokoneen “päälle” rakennettu ohjelmisto
- Toteutetaan ttk-91 ohjelmia tai niiden osia
  - Samoja ohjelmia voi myös ajaa Titokoneella
- Vastauksen oikeellisuus tarkistetaan automaattisesti
- Paja kurssiviikolla 3
- Harjoitukset kurssiviikolla 4-5
- Itsenäinen työskentely kurssiviikoilla 4-5

<http://titotrainer2.users.cs.helsinki.fi>

- Minikoe 3

# Kokeet (48/60 p)

- Kurssi suoritetaan minikokeilla (4 koetta á 12 p)
  - Minikokeet (yksi tai useampi) voi uusia seuraavan (tammikuun) erilliskokeen yhteydessä
- Minikokeet luennon yhteydessä (45 min)
  - Maanantaisin 12.11.2018, 19.11.2018, 3.12.2018 klo 14:15
    - mk1, mk2, mk3
  - Torstaina 13.12.2018 klo 14:15
    - mk4
  - Aihepiiri: edeltävät luennot ja harjoitukset (ks. aikataulu)
- Uusintakokeet
  - Minikokeet (1-4 kpl) voi uusia seuraavan (tammikuun) erilliskokeen yhteydessä
  - Muita uusintakokeita ei ole

# Kurssin arvostelu

Harjoitustehtävät	12 p
Minikokeet (uusintakuulustelut) <i>minimitaso 24/48 p</i>	48 p
<b>Yhteensä</b> <i>minimitaso 30/60 p</i>	<b>60 p</b>

# Oppimateriaali

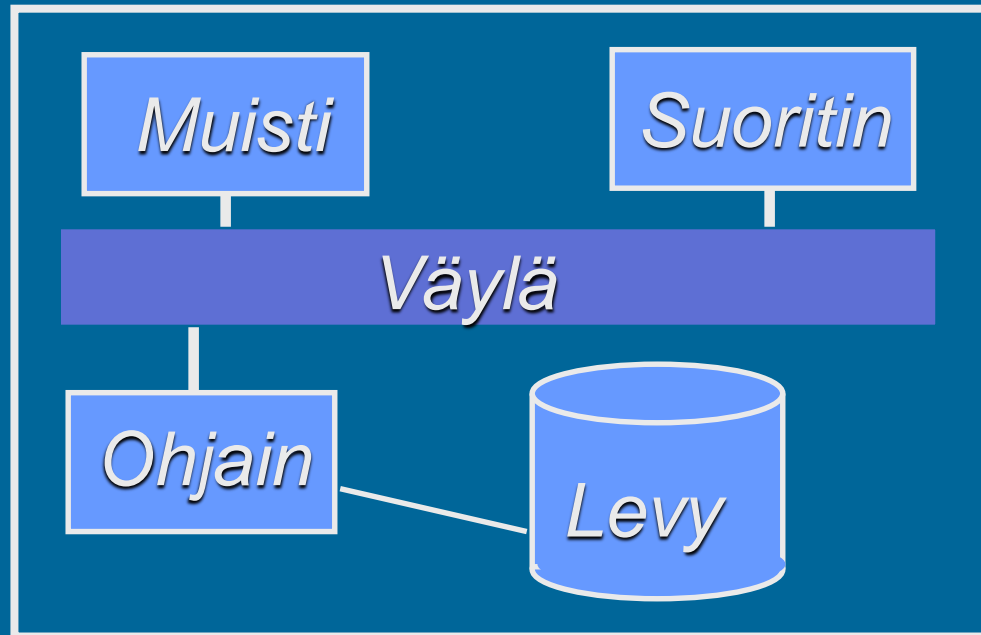
- Oppikirjat
  - Stallings: Computer Org. and Architecture, 10th ed., 2016 (8th ja 9th ed. ok)
    - Verkossa ilmaiseksi luettavana (voi olla lisenssiongelmia – älä avaa turhaan!)
  - Tanenbaum: Structured Computer Organization, 6th Ed, 2013 (5th ed. ok)
- Verkkoluennot 1-11
- Luennot
- Titokone ja TitoTrainer harjoitteluympäristöt
- Harjoitukset

# WWW Informaatio

- Kurssin kotisivu
  - Kurssiesite (Oodi, Courses)
    - Yleiset, ei vain tähän luentokurssiin liittyvät asiat
  - Luentokurssin tiedot (Courses)
  - Tarkempi aikataulu
  - Titopaja
  - Ttk-91, Titokone, TitoTrainer
  - Verkkoluennot
  - Luentokalvot (pdf)
  - Harjoitukset ja niiden esimerkkivastaukset
  - Kokeet, vastaukset/arviointiperusteet

# Kurssin sisältö

- Tietokonejärjestelmän rakenne
- TTK-91 -tietokone ja sen simulaattori
- Konekielinen ohjelmointi
- Aliohjelmien toteutus
  
- Suoritin ja väylä
- Tiedon esitysmuodot
- Tiedon muuttumattomuus ja muisti
  
- Ohjelman ja käyttöjärjestelmän toteutus
- Ulkoinen muisti ja I/O:n toteutus
- Käännös, linkitys ja lataus
- Tulkinta ja emulointi



**Tito:** Mitä systeemissä tapahtuu?  
Mitä käyttöjärjestelmä tekee?

**Tikra:** Miten CPU ja muisti on toteutettu?  
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?



# Suorittimen toteutushierarkia (2)

- Konekieliarkkitehtuuri

- ADD R1, R2

- Moduulit

- Adder, register, ALU

- Loogiset portit

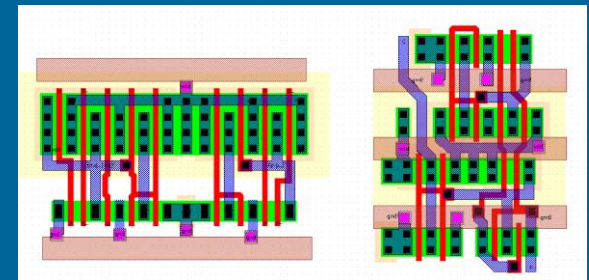
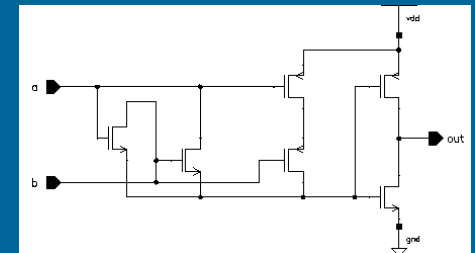
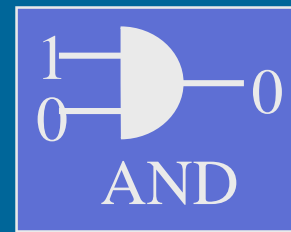
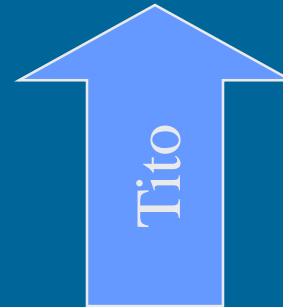
- AND, OR, NOR

- Piirisuunnittelu

- Virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus

- Toteutuslaitteisto

- Elektroniputki, transistori, mikropiiri



Tikra

# Motto

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”  
 (“It is not good exercise, if you do not sweat”)
  - Ei tämä silti mikään maraton ole!



- Käytä kurssiin n. 12 t / viikko  
+ kokeiseen valmistautuminen + kokeet

- Tai:  $5 \text{ v} / 300 \text{ op} = 1 \text{ v} / 60 \text{ op} = 1600 \text{ t} / 60 \text{ op}$   
 $= 26.67 \text{ t} / 1 \text{ op} = 133 \text{ t} / 5 \text{ op}$

