

Luento 1 (verkkoluento 1)

581305-6 Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola

Kurssin hallinto
Järjestelmän rakenne

Tietokoneen toiminta

- Kurssin aihepiiri ja tavoitteet
- Kurssin suoritusmuoto
 - Verkkoluennot
 - Luennot
 - Harjoitustehtävät
- Ttk-91 esimerkkietokone
 - Titokone simulaattori
 - Titotrainer ympäristö
 - Paja
- Lue [www-sivut](#) huolella

Kurssin näkökulma: yhden ohjelman suorittaminen

- Mikä on ohjelman esitysmuoto laitteistossa?
- Miten laitteisto suorittaa ohjelmaa?
- Mitkä laitteiston osat osallistuvat tähän ja miten?

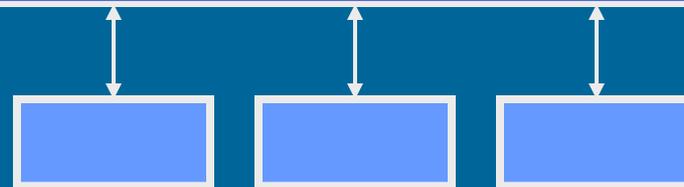
- Tavoitteena: yleiskuva tietokoneen toiminnasta ja sen perusrakenteesta

TTK-91 laitteisto

suoritin - CPU



muisti



laiteohjaimet

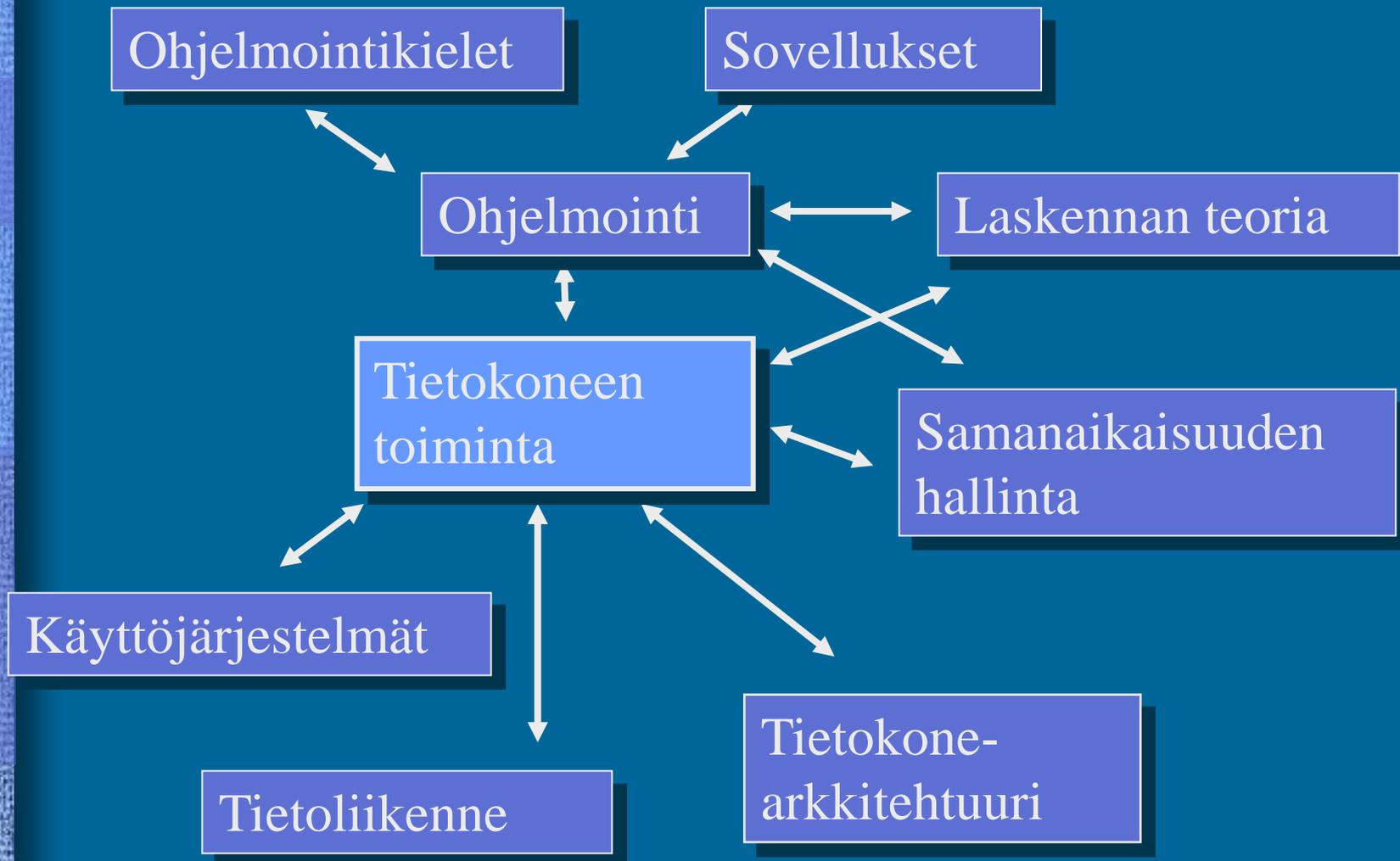
Tietokone numeroina

- 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
- Mitä tarkoittaa GHz?
- Montako bittiä tarvitaan osoitteeseen?

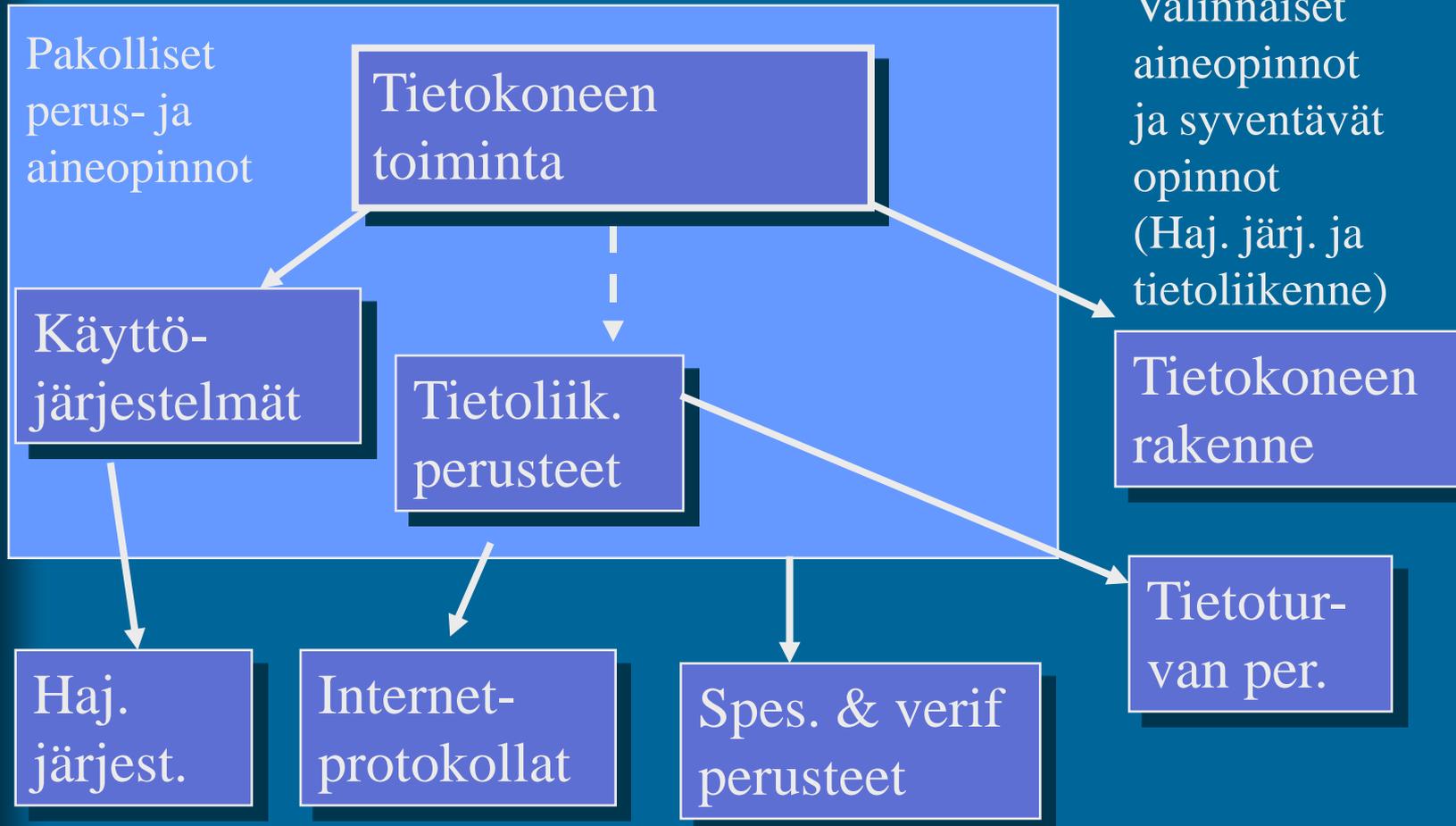
SI-järjestelmän kerrannaisyksiköt

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 (4 op), suoritusmuodot

- Luentokurssi

- Luennot
- Verkkoluennot, oppikirjat, kertauskysymykset
- Pajatyöskentely: Titokone/TitoTrainer
- Harjoitustehtävät, Titokone/TitoTrainer
- Kurssikoe

”Tavallinen kurssi”

- Erilliskoe

- Viimeksi pidetyllä luentokurssilla esitetyt asiat
- Oppikirjoista [Stal13 ja Tane10] kurssin kotisivulla mainitut luvut
- Ohjelmointi ttk-91 symbolisella konekielellä
 - Titokone, TitoTrainer

”Itseopiskelu”

Opintopiirityöskentely

- Ryhmätyötä
 - Ryhmässä on parempi opiskella kuin yksin
 - Vertaisopiskelijoiden tuki
 - Opintopiirit muodostetaan 1. viikon ryhmätapaamisessa
- Opiskelijakeskeinen oppiminen
 - Vastuu oppimisesta on opiskelijalla
 - Ohjaajat edistävät opiskelijan oppimista
 - Ohjaajat luovat puitteet oppimiselle
- Eri tyyppistä ryhmätyötä
 - Harjoitustehtävien ratkaisu itsenäisesti ja niistä keskustelu ryhmässä
 - Projektin (Titokone/TitoTrainer) työstäminen ryhmätyönä
 - Muu vapaamuotoinen yhteistyö

Verkkokurssi

- Merkittävä osa kurssin materiaalista ja toiminnoista verkossa
 - Verkkoluennot, kertauskysymykset, Titokone, TitoTrainer, TitoTrainer -tehtävät
 - Tiedotus, kalvokopiot, tehtävät, tulokset
- Verkkokurssi \neq etäopiskelu
 - Luennot
 - Pajatyöskentely
 - Viikoittaiset harjoitustilaisuudet
 - 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 Macromedia Authorware –ohjelmistolla
- Käyttö <https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/tito/verkkoluennot/>
 - Selaimen Authorware liitospalikka Windows-ympäristössä
 - Ilmeisesti vain Firefox? ja Chrome?
 - Flash-**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 voi olla pieni
- Pienryhmäkeskustelua joistakin aihepiirin alueista
- Kysy epäselvät asiat

Kertaustehtävät

- Kertaustehtävät
 - Itsearviointia
 - tehdään vasta aihepiiriin perehtymisen jälkeen
 - osaanko jo tämän asian?
 - testaa vain osan aihepiiriä, ei takaa osaamista
 - Materiaalin käyttö ei vaikuta suoraan arvosanaan
 - materiaalin käytöstä ei pidetä kirjaa
 - materiaalin käytöstä ei saa arvosanaan vaikuttavia pisteitä
 - Laatijat: Aiempien vuosien projektit

<https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/tito/kertaus/pract.html>

Harjoitustehtävät (8/60 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 toiselle antaminen on hyvän oppimistilaisuuden hukkaan heittämistä!
- Vaikuttavat arvosanaan
 - tehdyistä tehtävistä saa harjoitustehtävapistettä (htp)
 - vain ryhmätapaamisessa läsnäoleville
 - htp:t skaalataan lineaarisesti arvosanapisteiksi (83% → 8p)

Harjoitustilaisuudet



- Opiskelijat jaetaan ”pöytiin”
 - Joka pöydässä kuhunkin tehtävään ainakin yksi sen tehtävän ratkaissut opiskelija?
- Harjoitustehtävien läpikäynti opiskelijavetoisesti pienryhmissä
 - Ei 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
- Kaikki ovat paikalla loppuun asti
- Englanninkielisessä tilaisuudessa kuka tahansa voi päätyä englanninkieliseen pöytään
 - Osa pöydistä voi silti olla (ja yleensä on) suomeksi

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 ja simulaattori, Auvo Häkkinen, 1991
 - Toimii samalla tavalla kuin laitteistolla toteutettu ttk-91 kone ja sen käyttöjärjestelmä
 - Ohjelmistotuotantoprojekti Koski, kevät 2004
- Sisältö
 - 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

Keskustele

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

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

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

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

TitoTrainer tehtävät (12/60 p)

- Ttk-91 symbolisen konekielen harjoitteluun TitoTrainer-ympäristössä
- Paja
 - Kurssiviikko 2 (4 p)
 - Kurssiviikko 3 (4 p)
- Itsenäinen työskentely (kaverien kanssa?) pajan jälkeen
 - Kurssiviikot 4-6, (4p)

Kurssikoe (40/60 p)

- Tavanomainen kirjallinen koe
 - 2.5 tuntia
 - 3-4 tehtävää
- Uusintakoe = seuraava erilliskoe
 - Muistuta asiasta koepaperilla
 - Arvostellaan erilliskokeena
 - Vain tämä koe vaikuttaa arvosanaan
 - Arvostellaan kurssikokeena
 - Arvostelu kuten kurssikokeen yhteydessä
 - Harjoituspisteet ja TitoTrainer-pisteet vaikuttavat arvosanaan
- Parempi arvosana jää voimaan

Kurssin arvostelu

Harjoitustehtävät	8 p
TitoTrainer-tehtävät	
Tito-paja, vk 2	4 p
Tito-paja, vk 3	4 p
Itsenäinen harjoittelu, vk 4-6	4 p
Kurssikuulustelu, uusintakuulustelu <i>minimitaso 20 p</i>	40 p
Yhteensä <i>minimitaso 30 p</i>	60 p

Oppimateriaali

- Oppikirjat
 - Stallings: Computer Org. and Architecture, 9th ed., 2013 (8th ed., 2010 myös OK)
 - Tanenbaum: Structured Computer Organization, 5th Ed, 2010
- Verkkoluennot 1-11
- Luennot
- Titokone ja TitoTrainer harjoitteluympäristöt
- Harjoitukset
- Kertaustehtävät

WWW Informaatio

- Kurssin kotisivu
 - Kurssin aikataulu
 - Kaikki tiedotus
- Osa materiaalista on TKTL Intranetissä
 - Verkkoluennot (Authorware)
 - Kertauskysymykset
 - Harjoitusten esimerkkivastaukset
 - Kaikki tarvitsevat TKTL tunnuksen
 - Ohjeet tunnuksen hankkimiseksi laitoksen www-sivulla

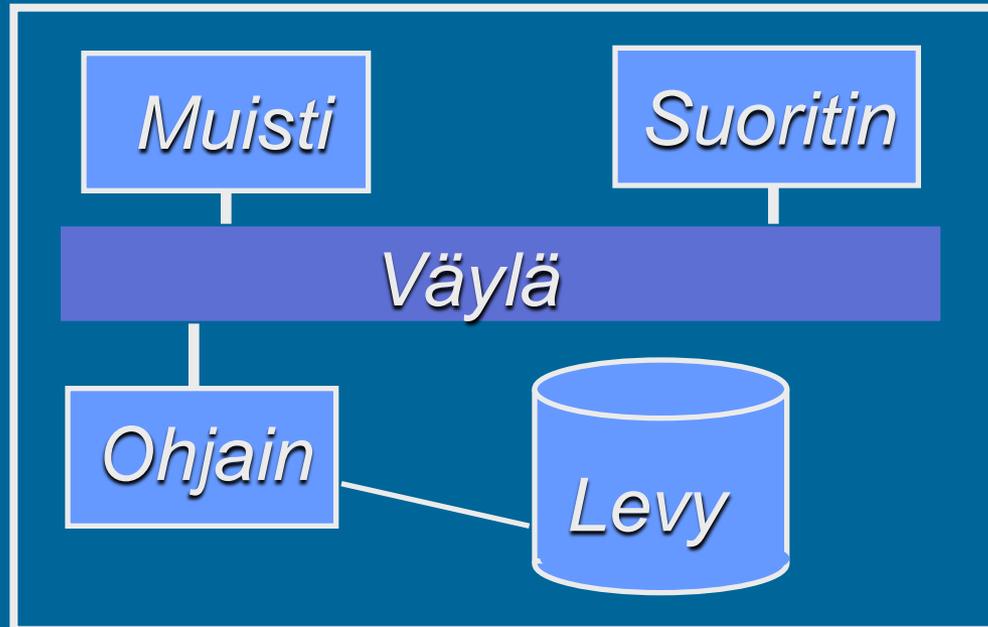
Kurssin sisältö

- 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 vs. Tikra



Tietokoneen
toiminta (Tito)

Tietokoneen
rakenne (Tikra)

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

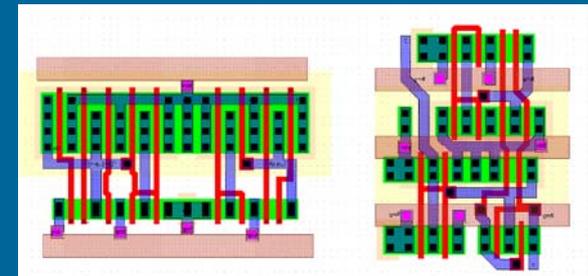
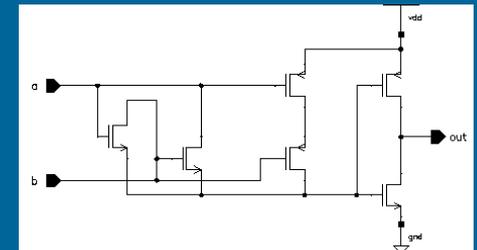
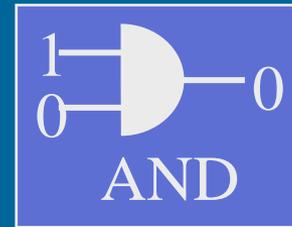
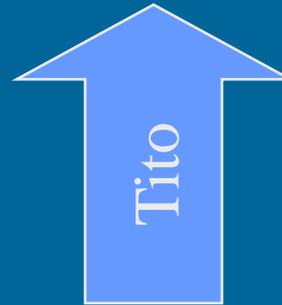
- AND, OR, NOR

- Piirisuunnittelu

- Virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus

- Toteutuslaitteisto

- Elektroniputki, transistori, mikropiiri



Tikra

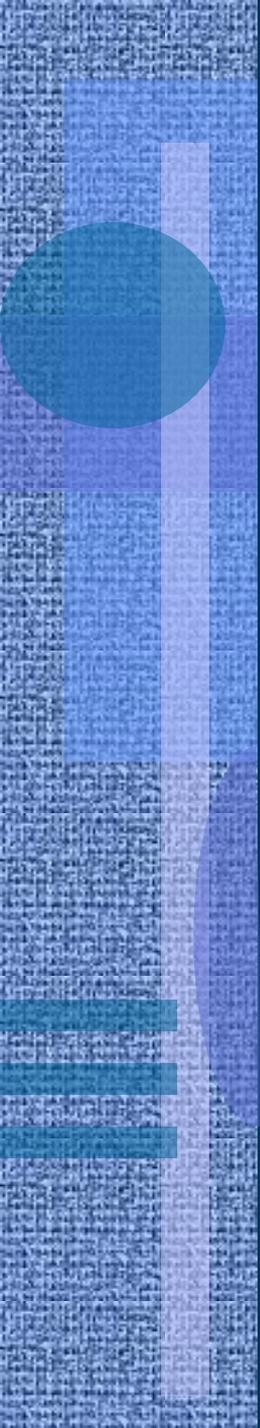
Motto

- “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
+ kokeeseen valmistautuminen + koe



$$5 \text{ v} / 300 \text{ op} = 1 \text{ v} / 60 \text{ op} = 1600 \text{ t} / 60 \text{ op} \\ = 26.67 \text{ t} / 1 \text{ op} = 107 \text{ t} / 4 \text{ op}$$

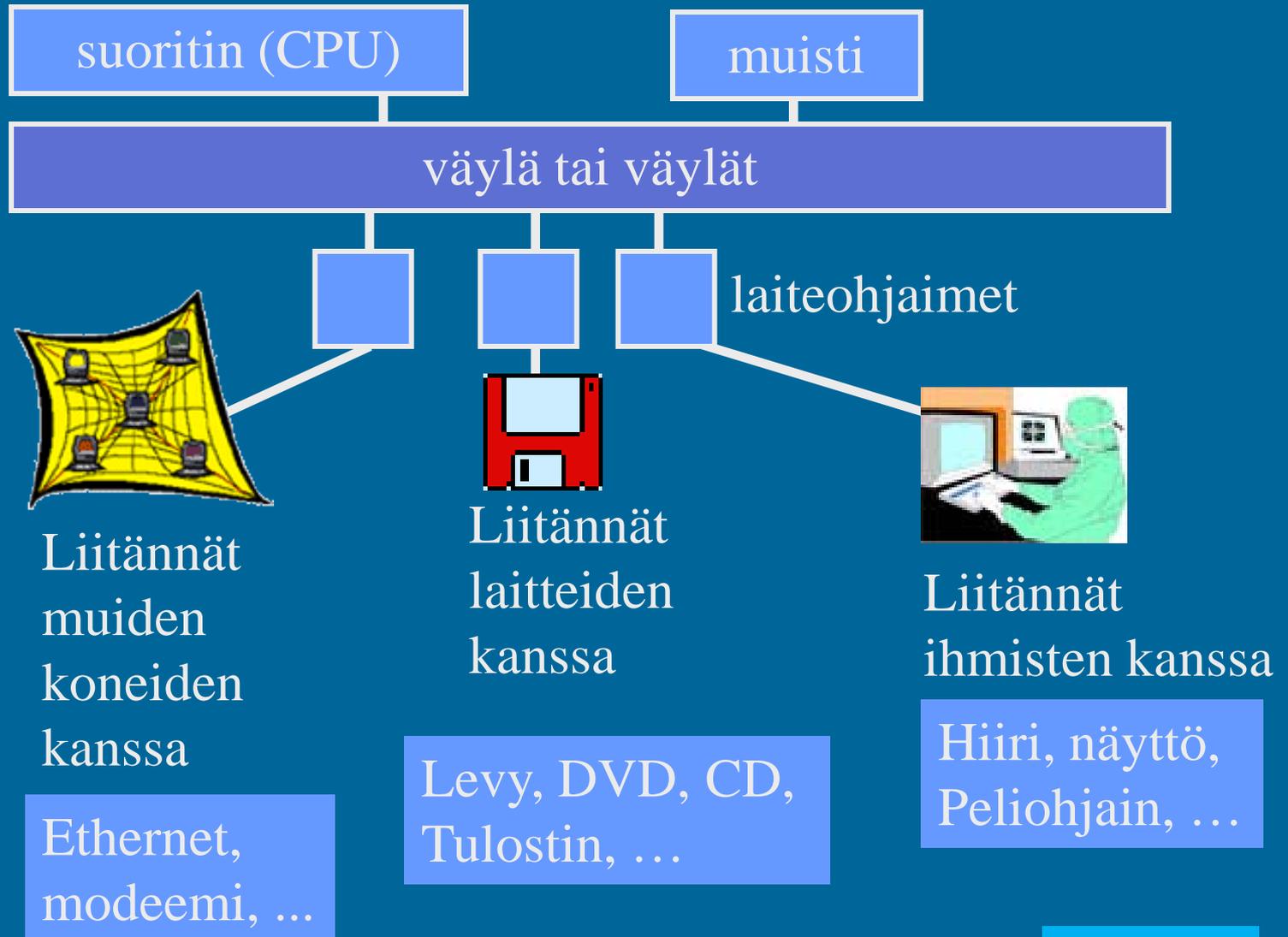




Tietokonejärjestelmän rakenne

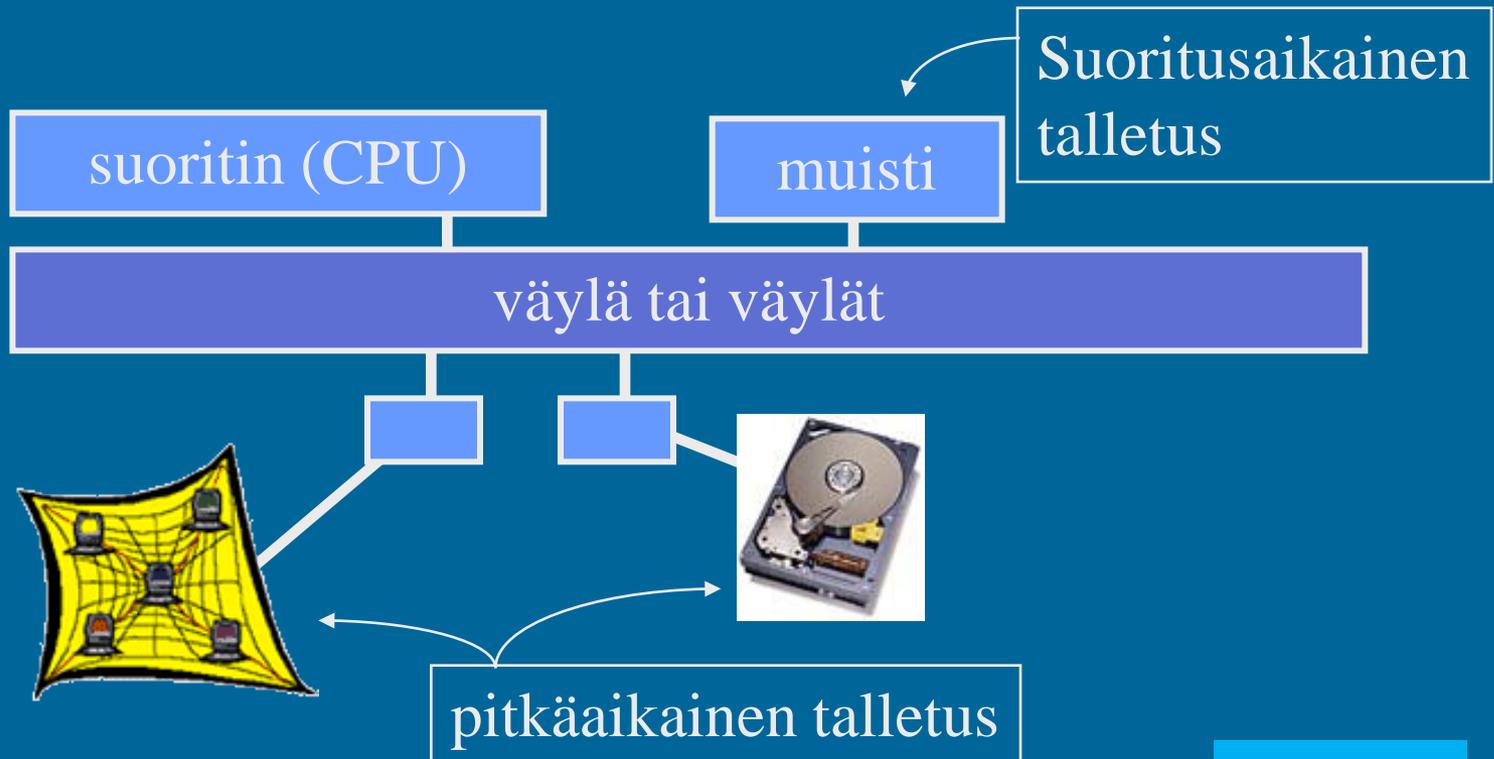
Järjestelmän eri tasot
Laitteiston nopeus

Tietokone



Tietokoneohjelman sijainti

- Suoritusaikana muistissa
- Muuna aikana esim. levyllä, verkossa, tms.

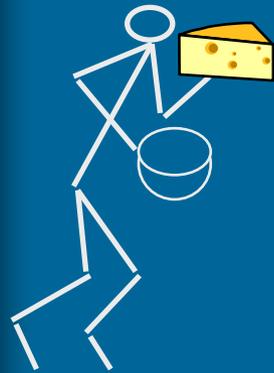


Teemun juustokakku

Rekisterien, välimuistin, muistin, levymuistin ja magneettinauhan nopeudet suhteutettuna juuston haku-aikaan juustokakkuja tehdessä?

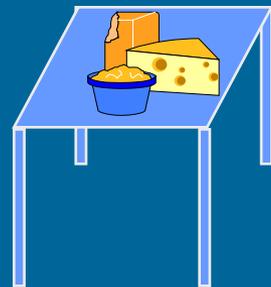
*Europa
(Jupiter)*

käsi



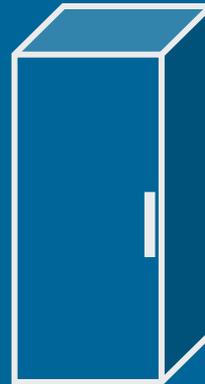
0.5 sek
(rekisteri)

pöytä



1 sek
(väli-
muisti)

jääkaappi

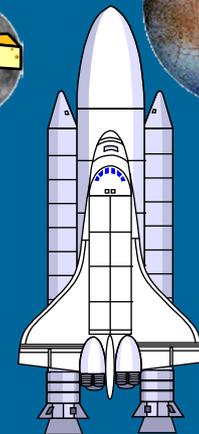
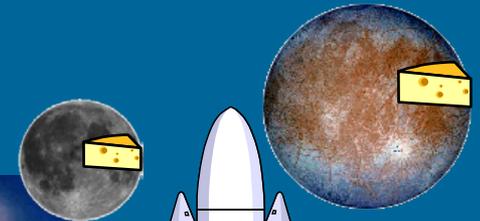


10 sek
(muisti)

kuu



12 pv
(levy)

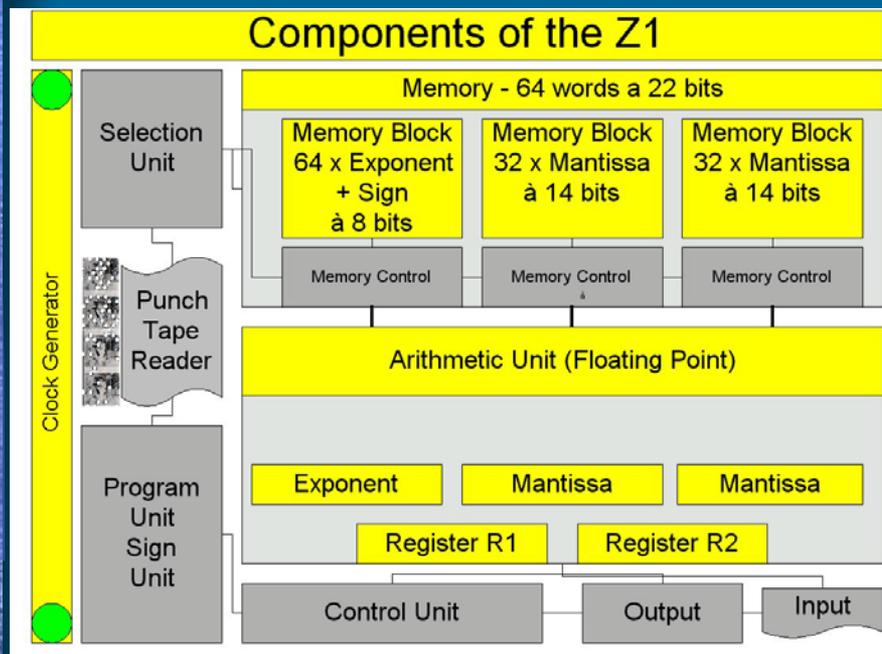


4 v
(nauha,
ihminen)

-- loppu --

Konrad Zuse: Z1 (1938 Saksa)

- mekaaninen ”laskin”, kellotaajuus 1 Hz (käännä kampea!)
- kertolasku 5 s
- datamuisti 64W à 24b
- ohjelma reikänauhasta (filmiltä)



http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/Rechner_Z1.html