

Luento 1 (verkkoluento 1)
581305-6 Tietokoneen toiminta
(Computer Organization I)
Teemu Kerola

Kurssin hallinto
Järjestelmän rakenne

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

1

Tietokoneen toiminta

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

2

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

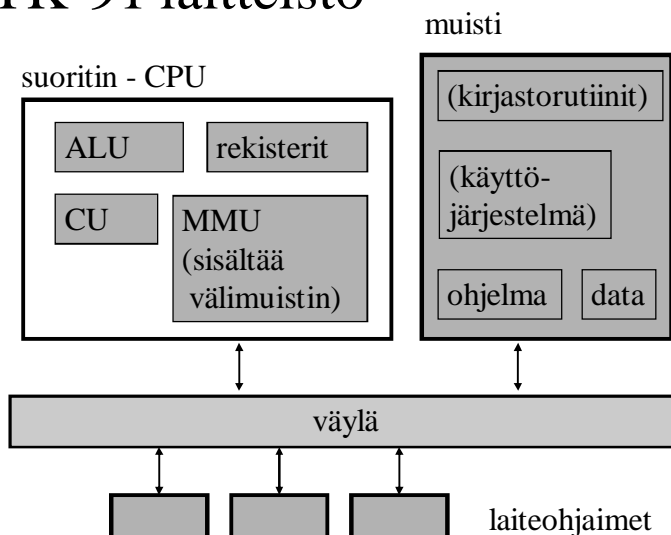
23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

Keskustele

3

TTK-91 laitteisto



4

Copyright 2012 Teemu Kerola

23.10.2012

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?

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

5

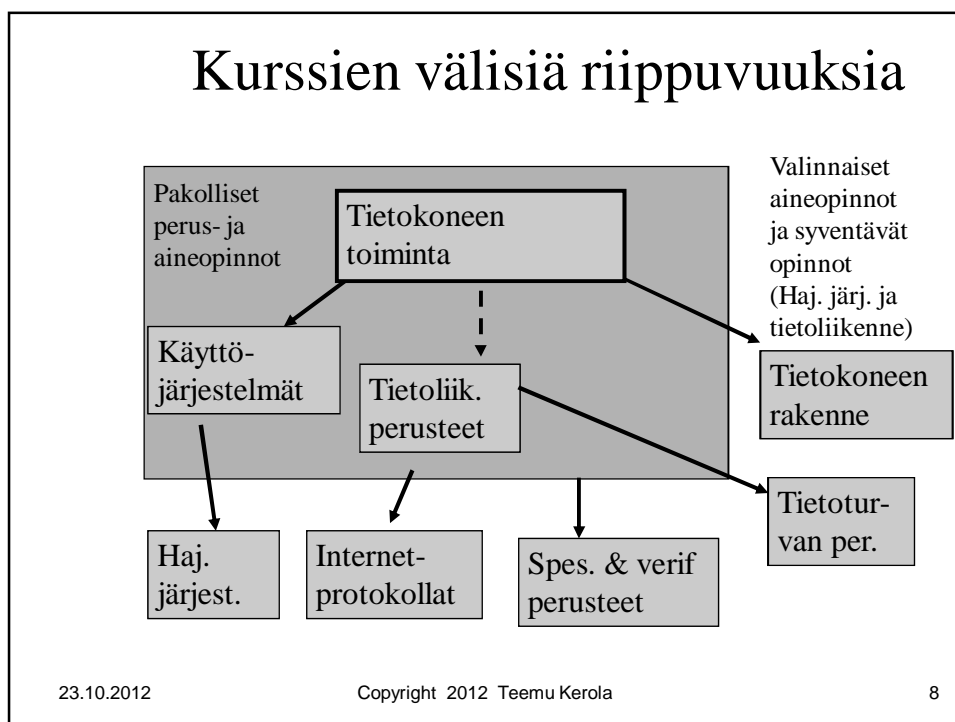
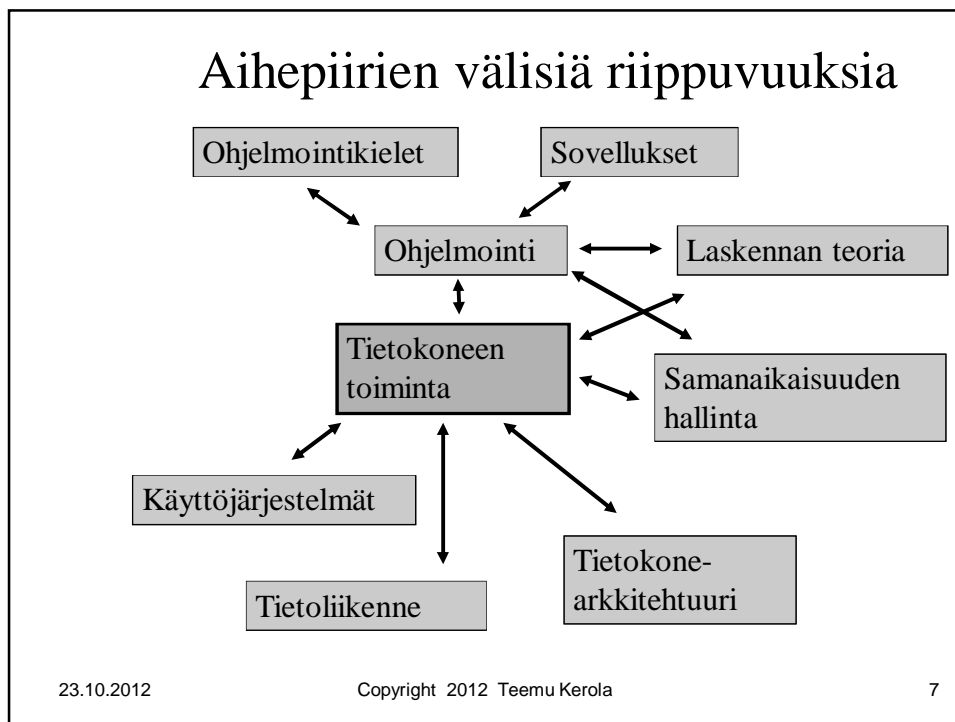
SI-järjestelmän kerrannaisyksiköt

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}	0.000000000001	pico	10^{12}	1,000,000,000,000	Tera
10^{-15}	0.000000000000001	femto	10^{15}	1,000,000,000,000,000	Peta
10^{-18}	0.000000000000000001	atto	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000	Exa
10^{-21}	0.000000000000000000001	zepto	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
10^{-24}	0.00000000000000000000001	yocto	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

6



TiTo (4 op), suoritusmuodot

- Luentokurssi ”Tavallinen kurssi”
 - Luennot
 - Verkkoluennot, oppikirjat, kertauskysymykset
 - Pajatyöskentely: Titokone/TitoTrainer
 - Harjoitustehtävät, Titokone/TitoTrainer
 - Kurssikoe

- Erilliskoe ”Itseopiskelu”
 - Viimeksi pidetylläluentokurssilla esitetyt asiat
 - Oppikirjoista [Stal13 ja Tane10] kurssin kotisivulla mainitut luvut
 - Ohjelmointi ttk-91 symbolisella konekielellä
 - Titokone, TitoTrainer

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

9

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

10

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

11

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)

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

12

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

13

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>

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

14

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)

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

15

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

16

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

17

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>

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

18

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>

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

19

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)

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

20

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

21

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

22

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

23

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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

24

Kurssin sisältö

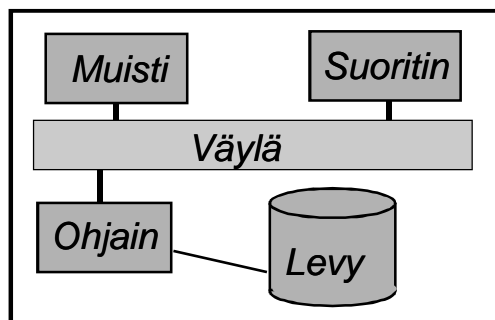
- Tietokonejärjestelmän rakenne
- TTK-91 -tietokone ja sen simulaattori
- Konekielinen ohjelmointi
- Aliohjelmien toteutus
- Suoritin ja väylä
- Tiedon esitysmuodot
- Tiedon muuttumattomuus ja muisti
- Ohjelman ja käyttöjärjestelmän toteutus
- Ulkoinen muisti ja I/O:n toteutus
- Käännös, linkitys ja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

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

25

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?

23.10.2012

Copyright 2012 Teemu Kerola

26

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

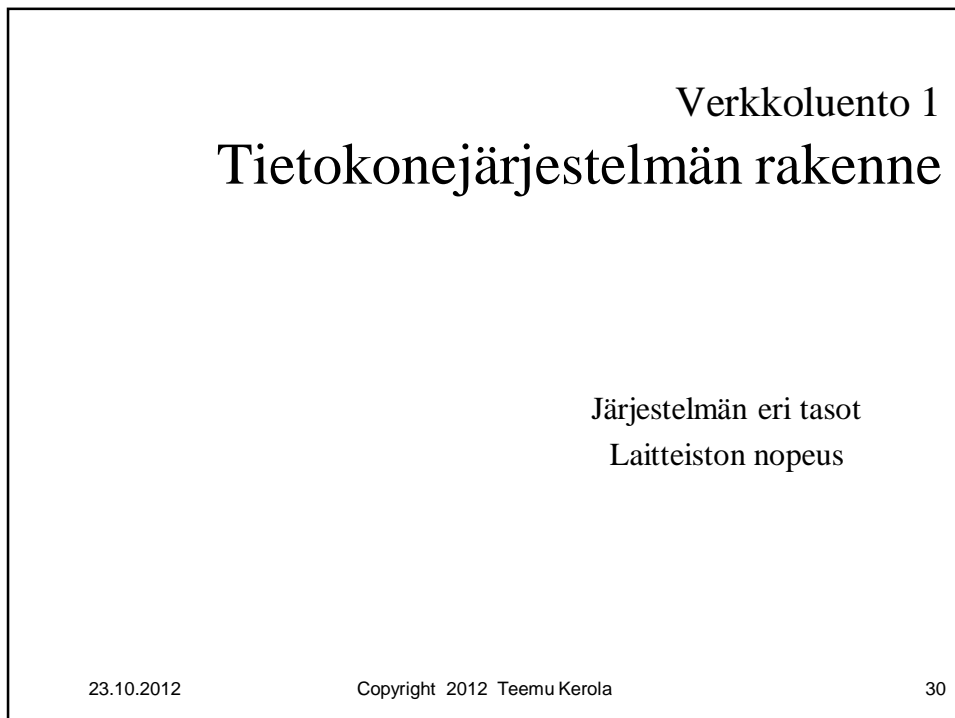
23.10.2012 Copyright 2012 Teemu Kerola 27

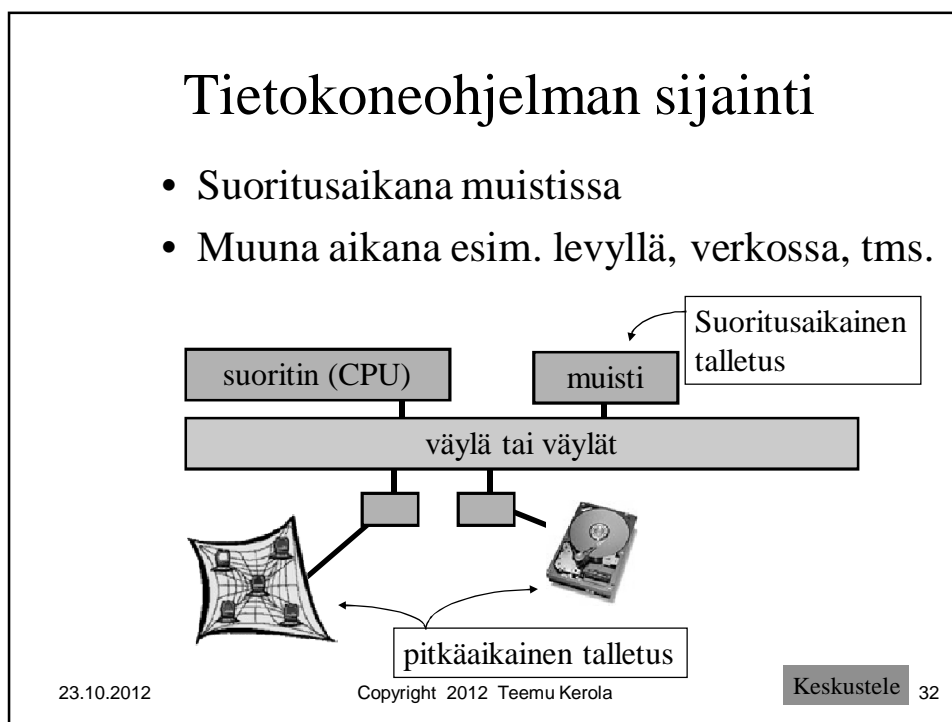
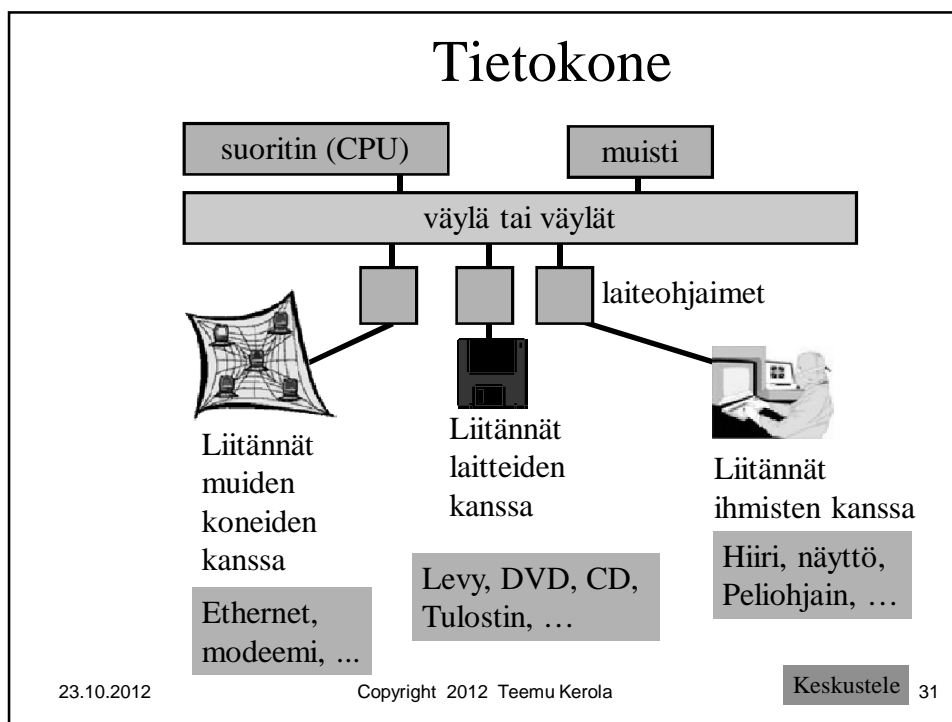
Motto

- “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

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

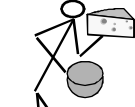
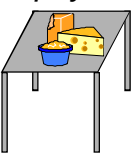
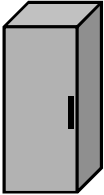

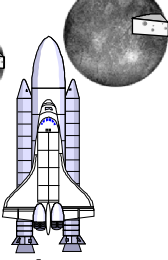
23.10.2012 Copyright 2012 Teemu Kerola 28





Teemun juustokakku

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

<p><i>käsi</i></p>  <p>0.5 sek (rekisteri)</p>	<p><i>pöytä</i></p>  <p>1 sek (välimuisti)</p>	<p><i>jääkaappi</i></p>  <p>10 sek (muisti)</p>	<p><i>kuu</i></p>  <p>12 pv (levy)</p>	<p><i>Europa (Jupiter)</i></p>  <p>4 v (nauha, ihminen)</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

23.10.2012

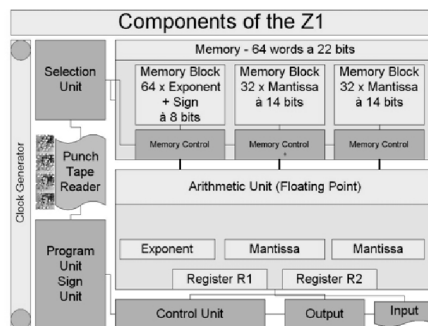
Copyright 2012 Teemu Kerola

Keskustele 33

-- loppu --

Konrad Zuse: Z1 (1938 Saksa)

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



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

28.8.2012

Teemu Kerola

34