

Aloitusluento (hallinto, yleiskuva)

581305-6 Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola

Helsingin yliopisto

TKTL

Kevät 2018

Ohjattu itseopiskelukurssi

Tietokoneen toiminta

- Kurssin aihepiiri ja tavoitteet
- Kurssin suoritusmuodot
- Ttk-91 esimerkkietokone
 - Tietokone simulaattori
 - TitoTrainer ympäristö
- Verkkoluennot
- Minikokeet ja kurssikuulustelu
- Lue www-sivut huolella

<https://courses.helsinki.fi/fi/tkt10005/121540795>

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)



CPU

Näyttö

Näppäimistö

Muisti

Levy muisti

portit

kellopulssi

virtalähde

mikrosiru

Turing

Tietokoneen
toiminta

Von Neumann

Boole

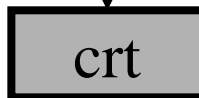
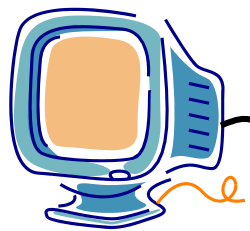
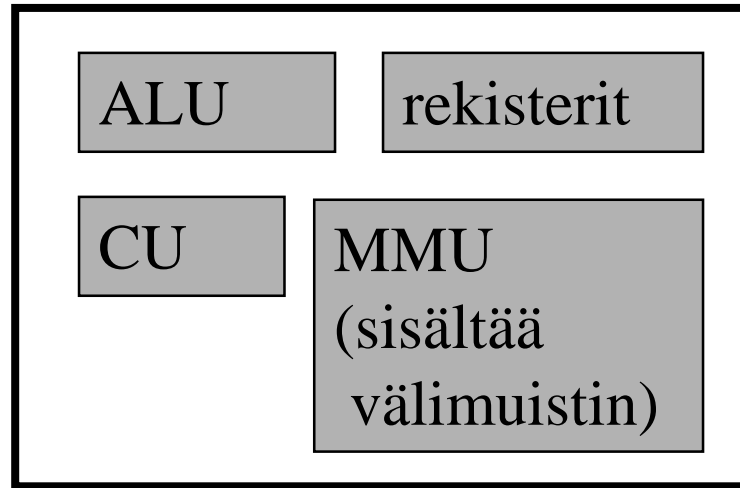
Tietokoneen
rakenne

sähköä

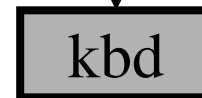
TTK-91 laitteisto

muisti

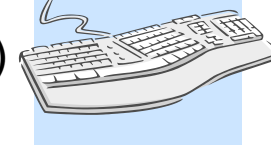
suoritin - CPU



(cathode ray tube)



(keyboard)



laiteohjaimet

Tietokone numeroina

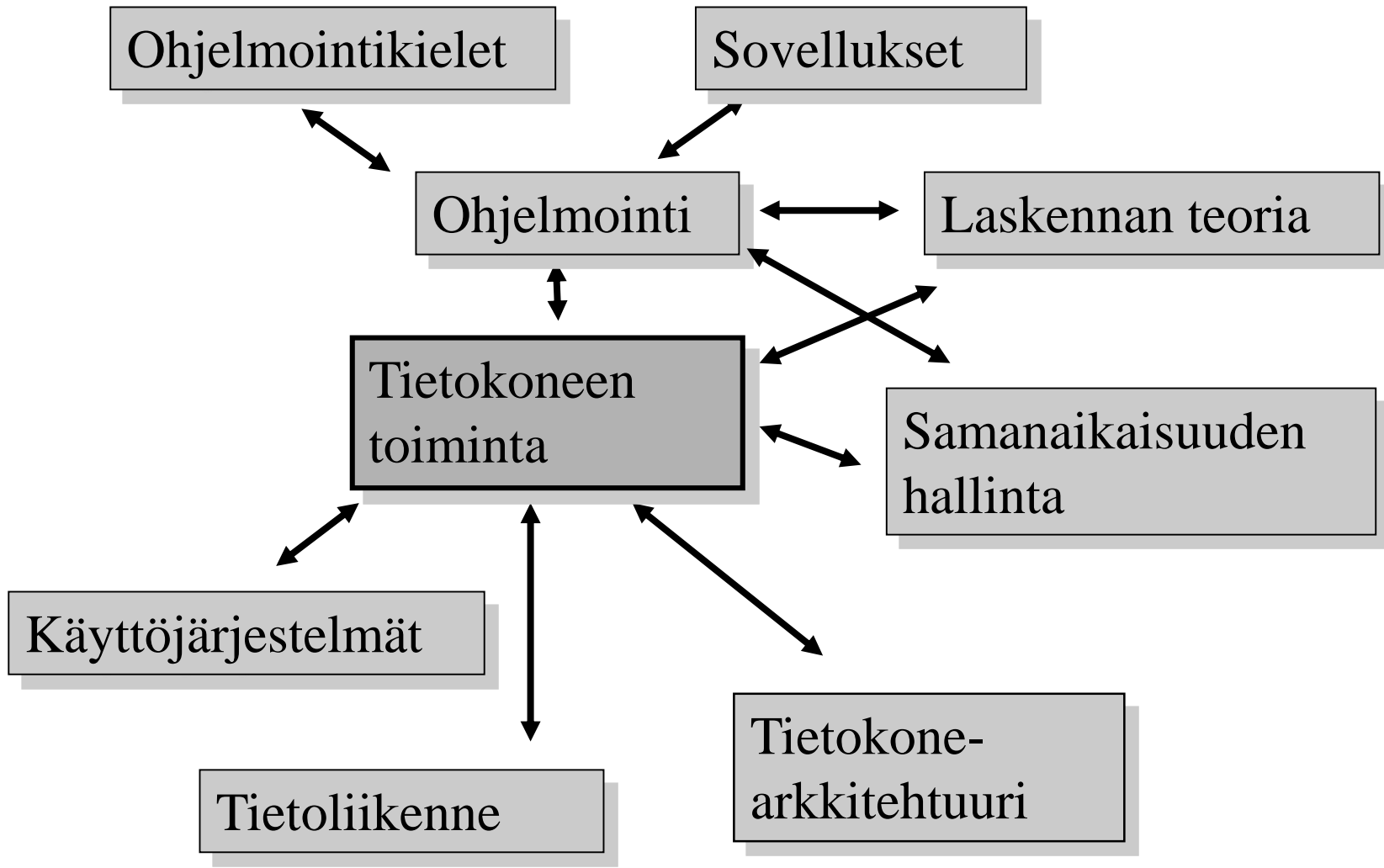
- Suoritiesimerkkejä:
 - AMD Athlon II X4 645, 3.1 GHz
 - Intel Core i5-520U, 2.4 GHz
 - ARM Cortex A-8, 600 MHz – 1 GHz
- Keskusmuisti
 - 2 Gt – 192 Gt (gigatavu, giga byte, GB)
 - Kt, Mt, Gt
- Mitä tarkoittaa GHz?
- Montako bittiä tarvitaan osoitteeseen?

SI-järjestelmän kerrannaisyksiköt

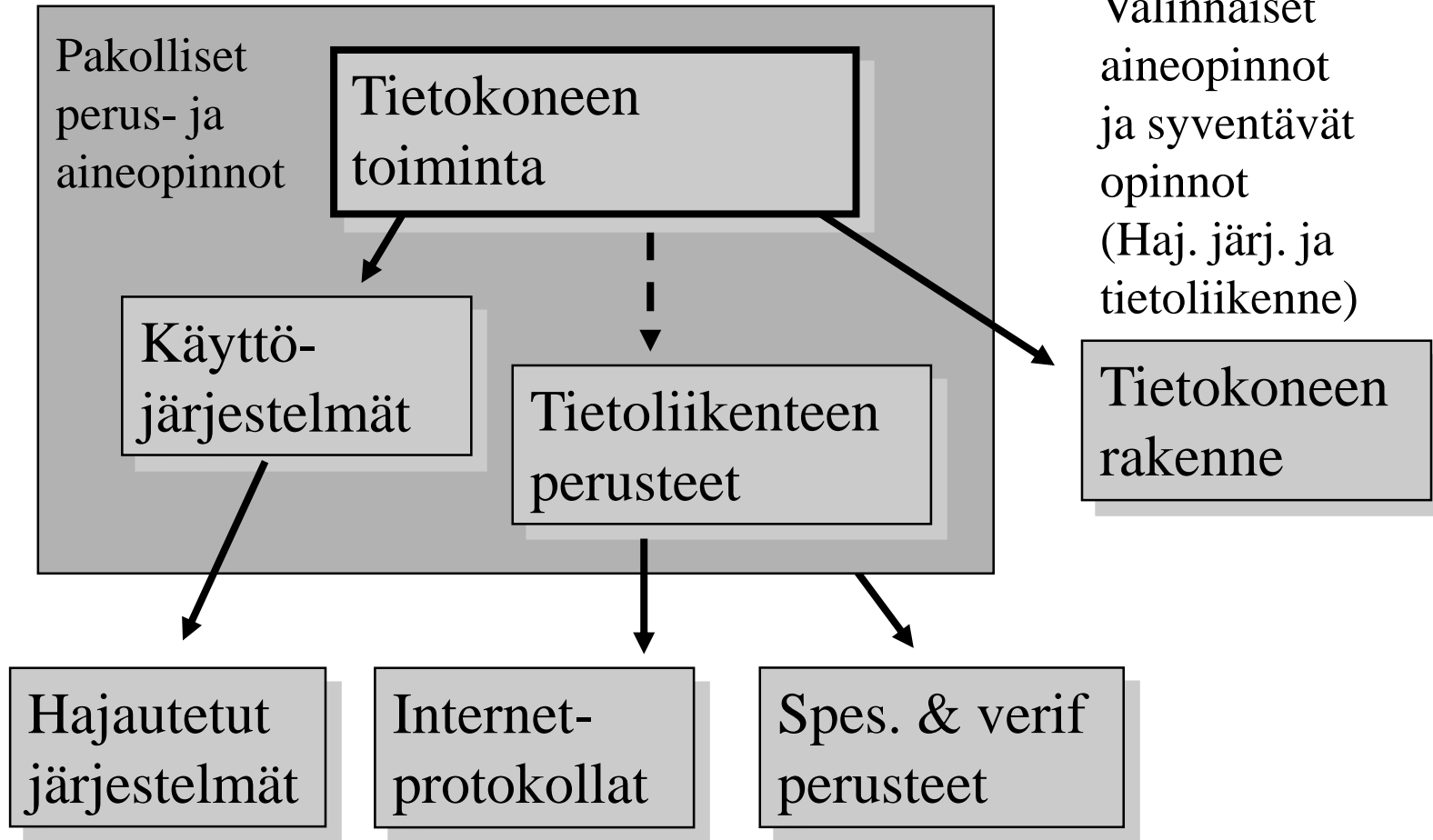
Exp.	Explicit	Prefix	Exp.	Explicit	Prefix
10^{-3}	0.001	milli	10^3	1,000	Kilo
10^{-6}	0.000001	micro	10^6	1,000,000	Mega
10^{-9}	0.000000001	nano	10^9	1,000,000,000	Giga
10^{-12}	0.0000000000001	pico	10^{12}	1,000,000,000,000	Tera
10^{-15}	0.0000000000000001	femto	10^{15}	1,000,000,000,000,000	Peta
10^{-18}	0.0000000000000000001	atto	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000	Exa
10^{-21}	0.0000000000000000000001	zepto	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
10^{-24}	0.000000000000000000000001	yocto	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

Valon nopeus n. 30cm / nanosekunti
 4 Ghz suoritimelta voi valmistua konekäskyjä 0.25 nanosek. välein
 Large Hardon Collider: dataa 500 Exa-tavua / päivä (2012)

Aihepiirien välisiä riippuvuuksia



Kurssien välisiä riippuvuuksia



TiTo (5 op), suoritusmuodot

- **Luentokurssi** ”Tavallinen kurssi”
 - Aloitusluento
 - Verkkoluennot, oppikirjat (+edellisen luentokurssin luennot)
 - Titokone/TitoTrainer pajassa ja itsenäisesti
 - Harjoitustehtävät, harjoitukset
 - Minikokeet (4) ja kurssikuulustelu
- **Itseopiskelu** ”Itseopiskelu”
 - Viimeksi pidetyllä luentokurssilla esitetyt asiat
 - Oppikirjoista [Stal16 ja Tane13] kurssin kotisivulla mainitut luvut
 - Titokone/TitoTrainer itsenäisesti
 - Erilliskoe
- **Ohjattu itseopiskelukurssi** ”Ohjattu itseopiskelu”
 - Kuten itseopiskelu erilliskoetta varten
 - Verkkoluennot, oppikirjat
 - Titokone/TitoTrainer itsenäisesti
 - Harjoitustehtävät, harjoitukset (+ pajaohjaus)
 - Minikokeet (4) ja kurssikuulustelu

Kokeet (52/60 p)

- Kurssin voi suorittaa minikokeilla (4 koetta á 13 p) tai kurssikokeella (kurssikuulustelu, välikoe) (52 p)
 - Max {minikokeet, kurssikoetehtävät} ratkaisee
- Minikokeet
 - Minikokeet 1-3 keskiviikkoisin 9:15-10 (B123), 45 min
 - Minikoe 4 kurssikokeen yhteydessä
 - Aihepiiri: edeltävät verkkoluennot ja harjoitukset (ks. aikataulu)
- Uusintakokeet
 - Minikokeet 1-3 voi uusia kurssikokeessa
 - Minikokeen 4 voi uusia kurssia seuraavassa erilliskokeessa
 - Koko kurssikokeen voi uusia uusintakokeella (kurssia seuraava erilliskoe)

Opintopiirityöskentely (niille, jotka haluavat)

- Ryhmätyötä
 - Ryhmässä on parempi opiskella kuin yksin
 - Vertaisopiskelijoiden tuki
 - Opiskelijat muodostavat ryhmiä itse halutessaan
- Opiskelijakeskeinen oppiminen
 - Vastuu oppimisesta on opiskelijalla
 - Ohjaajat edistävät opiskelijan oppimista
 - Ohjaajat luovat puitteet oppimiselle
- Eri tyyppistä ryhmätyötä
 - Harjoitustehtävien ratkaisu itsenäisesti ja niistä keskustelu ryhmässä
 - Ttk-91 ohjelmien tekeminen yhdessä

Opintopiirien muodostaminen

- Opintopiirien keskeinen ongelma
 - ”Jaska lupasi, mutta ei tehnyt eikä häneen saanut yhteyttä. Ja sitten Maija teki pääosan työstä. Tämä ei ole oikein! Vääryys!”
- Opintopiirit muodostaminen
 - Opintopiirin jäsenille samansuuntaiset tavoitteet (& lähtötaso?)
 - Työelämässä selkeää: ”projekti saatava valmiiksi tai ...”
 - Miettikää omat tavoitteenne valmiiksi ennen ryhmätapaamista
 - Onko tavoitteenani hyvä asioiden oppiminen vai läpipääsy?
 - Keskustelkaa ja sopikaa yhteisistä tavoitteista opintopiirin jäsenten kanssa ennen ryhmän muodostamista
 - Allekirjoittakaa lopulta ”Opintopiirisopimus”
 - Sähköpostilla luennoijalle opintopiirin jäsenten nimet
- Pitäkää kiinni sovituista asioista
 - Ilmoittakaa heti opintopiirille, jos ette jatka työskentelyä siinä
 - Irtautukaa nopeasti opiskelijoista, jotka eivät noudata sopimusta

http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/opintopiiri_sopimus.html

Verkkokurssi

- Merkittävä osa kurssin materiaalista ja toiminnoista verkossa
 - Verkkoluennot, Titokone, TitoTrainer, TitoTrainer-tehtävät
 - Tiedotus, kalvokopiot, tehtävät, vastaukset, tulokset
- Verkkokurssi \neq etäopiskelu
 - Viikoittaiset harjoitustilaisuudet TKTL'illä
 - Minikokeet ja kurssikuulustelu TKTL'illä
 - Ison osan kurssista 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

<https://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/verkkoluennot/>
- Käyttö
 - Selaimen Authorware liitospalikka Windows-ympäristössä
 - Ilmeisesti vain Firefox? ja Chrome?
 - Flash-versiot, useissa ympäristöissä
 - Mp4- versiot, useimmissa ympäristöissä (aika isot tiedostot)
 - Pdf-versiot (vain teksti, ei puhetta)

Harjoitustehtävät

8/60 p, eli noin 1.5 arvosanaa

- 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, yht n. 27 htp)
 - Vain ryhmätapaamisessa läsnäoleville
 - Kotitehtävien vastauksia ei voi mailata mihinkään arvioitavaksi!

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

(kevät 2018)

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
- Valmiit ratkaisut käytettävissä tilaisuuden loppupuolella
- Loppupuolella käydään yhdessä läpi ainakin 1-2 tehtävää
- 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 Auvo Häkkisen suunnittelemaa ttk-91 tietokonetta ja sen käyttöjärjestelmää
 - Toimii siis samalla tavalla kuin laitteistolla toteutettu ttk-91 kone ja sen käyttöjärjestelmä
 - Alkuperäinen suunnittelu ja toteutus
 - 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

Tentitään minikokeessa 4

- Nykyinen versio: TitoTrainer2
- Titokoneen “päälle” rakennettu ohjelmisto
- Toteutetaan Ttk-91 ohjelmia tai niiden osia
 - Samoja ohjelmia voi myös ajaa Titokoneella
- Vastauksen oikeellisuus tarkistetaan automaattisesti
- Tee käyttäjätunnus **tälle kurssille!!** (“Kevät 2018”)

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

Arvostelu

Harjoitustehtävät	8 p
4 minikoetta (tai kurssikuulustelu), á 13 p <i>minimitaso 26 p</i>	52 p
Yhteensä <i>minimitaso 30 p</i>	60 p

Oppimateriaali

- Verkkoluennot 1-11
- (Luentokalvot syksyn 2017 kurssilta
<https://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/2017s/aikataulu.html>)
- Oppikirjat
 - Stallings: Computer Org. and Architecture,
10th ed. 2016 (9th ed. 2013, 8th ed. 2010)
 - Tanenbaum: Structured Computer Organization,
6th ed. 2013 (5th ed. OK)
- Titokone ja TitoTrainer harjoitteluympäristöt (verkossa)
- Harjoitukset (ja omat opintopiirit)

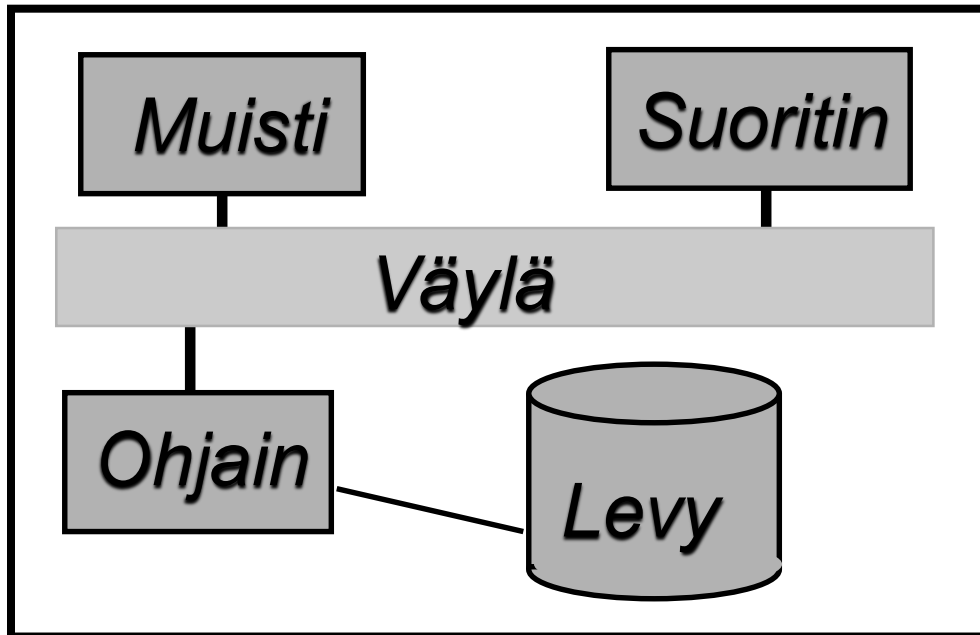
WWW Informaatio

- Kurssin kotisivu
 - <https://courses.helsinki.fi/fi/tkt10005/121540795>
- Kurssin aikataulu
 - <https://www.cs.helsinki.fi/group/nodes/kurssit/tito/2018k/aikataulu.html>
- Tiedotteet kurssin aikana
 - ”Viestit” osio kurssin kotisivulla

Kurssin sisältö

- Aloitusluento
- Verkkoluento 1 Tietokonejärjestelmän rakenne
- Verkkoluento 2 TTK-91 -tietokone ja sen simulaattori
- Verkkoluento 3 Konekielinen ohjelmointi
- Verkkoluento 4 Aliohjelmien toteutus
- Verkkoluento 5 Suoritin ja väylä
- -- mk1 (luennot 1-5) --
- Verkkoluento 6 Tiedon esitysmuodot
- Verkkoluento 7 Tiedon muuttumattomuus ja muisti
- -- mk2 (luennot 6-7) --
- Verkkoluento 8 Ohjelman ja käyttöjärjestelmän toteutus
- Verkkoluento 9 Ulkoinen muisti ja I/O:n toteutus
- -- mk3 (luennot 8-9) --
- Verkkoluento 10 Käännös, linkitys ja lataus
- Verkkoluento 11 Tulkinta ja emulointi
- -- mk4 (luennot 10-11, ttk-91 -ohjelmointi) ja kurssikuulustelu --

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

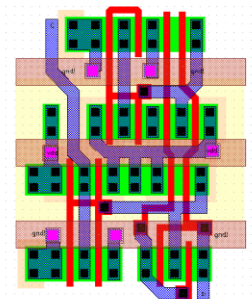
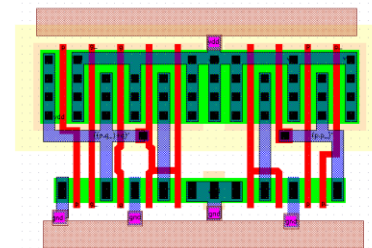
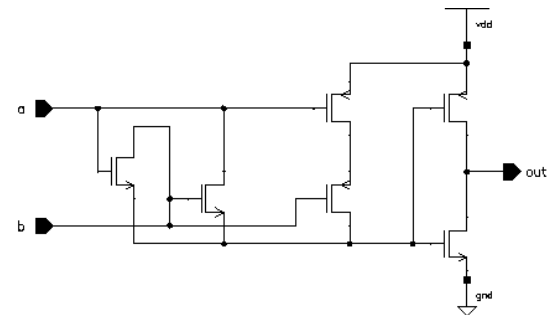
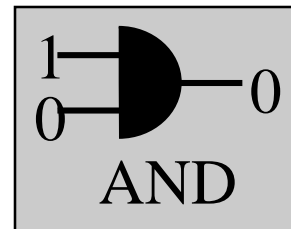
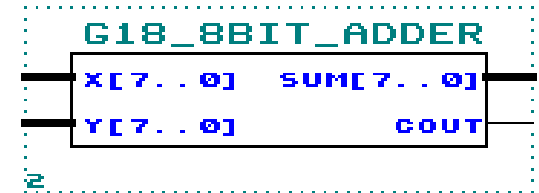
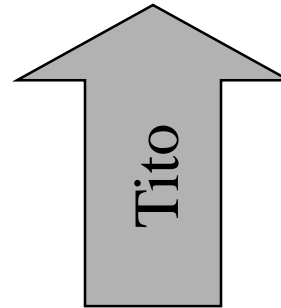
 - AND, OR, NOR

- Piirisuunnittelu

 - Virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus

- Toteutuslaitteisto

 - Elektroniputki, transistori, mikropiiri



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 = n. 100 t



vanha
nyrkki-
säätö

$$\begin{aligned} 5 \text{ v} / 300 \text{ op} &= 1 \text{ v} / 60 \text{ op} = 1600 \text{ t} / 60 \text{ op} \\ &= 26.67 \text{ t} / 1 \text{ op} = 133 \text{ t} / 5 \text{ op} \end{aligned}$$

