

Digitaalitekniikan perusteet

Syksy 2017

TVT17SPO JA TVT17SPL

Jaakko Kaski (kiitokset materiaali-pohjista, Kari Jyrkkä ja Ensio Sieppi)

Jaakko.kaski@oamk.fi

Työhuone 3354


Materiaalit jaossa Dropboxissa:

<https://www.dropbox.com/sh/d6n2luhjxtbz7cv/AABlY1x36QiFTud9Tcywdhmfa?dl=0>

LUONNOS LUKKARISTA,
VOI OLLA ETTÄ TÄMÄ ON
MUUTTUNUT...

Opintojaksoista muodostuu
kokonaisuus, jossa oppi
karttuu ja taidot kehittyvät ☺

On laskemista,
sähköturvallisuutta,
digitaalitekniikkaa,
asiantuntijaviestintää ja
ohjelmointia...

Opiskelijaryhmän TVT17SPO kalenteri					
<div><div>◀ ▶</div><div>Tänään</div></div>		Elo 28 — Syys 3 2017			<div> Kalenterin asetukset</div>
	Ma 28.8	Ti 29.8	Ke 30.8	To 31.8	Pe 1.9
all-day					
7.00					
8.00		8.00 - 11.00 Kot1_1400 Digitaalitekniikan perusteet -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001	8.00 - 10.00 Kot1_3332 Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001		8.00 - 10.00 Kot1_3332 Ohjelmoinnin perusteet -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001
9.00					
10.00	10.00 - 12.00 Kot1_2444 Yhtälöt ja funktio-oppi -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001		10.00 - 12.00 Kot1_1022 Kot1_1028 Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74- 3002	10.00 - 13.00 Kot1_3332 Asiantuntijaviestintä -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001	10.00 - 12.00 Kot1_3332 Ohjelmoinnin perusteet -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74-3001
11.00					
12.00		12.00 - 16.00 Tour de Oulu / OSAKO	12.00 - 14.00 Kot1_1022 Kot1_1028 Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74- 3001		12.00 - 13.00 Kot1_3332 Yhtälöt ja funktio-oppi -Johdatus tietotekniikan opintoihin
13.00	13.00 - 16.00 Kot1_1302 Sähköturvallisuus -Johdatus tietotekniikan opintoihin IN00BP74- 3001				
14.00					
15.00					
16.00					

Tunnus

T714103-3005

Laajuus

3

Opintojakson tavoitteet

Opintojakson hyvin suoritettuaan opiskelija osaa vertailla digitaalisia ja analogisia teknologioita, tietää mihin käyttöön nämä teknologiat soveltuvat parhaiten, osaa digitaalilogiikan ja -laskennan perusteet ja osaa tehdä loogisia laskutoimituksia binäärilogiikan lauseilla sekä numeerisia laskuja eri lukujärjestelmissä. Opiskelija osaa myös tulkita kombinaatiologiikan piirirakenteita ja suunnitella niitä käyttäen porttipiirejä. Lisäksi opiskelija pystyy työskentelemään ryhmässä ja elektroniikan laboratorioympäristössä rakentamaan yksinkertaisia logiikkapiirejä ja tutkimaan niiden toimintaa perusmittalaitteilla. Tämän opintojakson jälkeen oppilaalla on valmiudet osallistua muihin elektroniikkalaboratorioprojekteihin.

Opintojakson arviointikriteeri, tyydyttävä (1-2)

Opiskelija tietää mitä eroa on analogia- ja digitaalitekniikalla ja osaa kertoa esimerkkejä kummankin teknologian sovelluksista. Opiskelija osaa suorittaa yksinkertaisia laskutoimituksia boolean lauseilla ja binääri- sekä heksademaaliluvuilla. Opiskelija tuntee merkki ja numerokoodien rakenteen, erityisesti BCD ja ASCII koodit. Opiskelija tuntee kombinaatiologiikan peruskomponentit, JA, TAI ja EI, ja osaa tulkita näitä kuvaavat piirrosmerkit sekä tulkita yksinkertaisen logiikkapiirin toiminnan. Opiskelija osaa toimia elektroniikan laboratoriossa vahingoittamatta itseään ja toisia tai laboratoriolaitteita.

Opintojakson arviointikriteeri, hyvä (3-4)

Edellisten lisäksi opiskelija tuntee analogia-digitaali- ja digitaali-analogia -muunnokset ja osaa muuntaa yksinkertaisia analogia arvoja digitaaliarvoiksi ja toisinpäin. Opiskelija osaa tehdä laskutoimituksia etumerkillisillä binääriluvuilla, tuntee Gray-koodin rakenteen ja tietää sen edut ja joitain käyttökohteita sekä osaa laskea binääriluvun pariteetin. Opiskelija osaa sieventää binäärilogiikan lauseita ja muuntaa sellaisen lauseen porttipiirikytkennäksi. Opiskelija tuntee multiplekserin, demultiplekserin ja dekodeerin toiminnan ja tietää mihin niitä käytetään. Opiskelija osaa rakentaa annetun logiikkapiirin porttipiireistä laboratoriossa ja testata sen toiminnan annettujen ohjeiden mukaan käyttäen perusmittalaitteita.

Opintojakson arviointikriteeri, kiitettävä (5)

Edellisten lisäksi opiskelija tuntee etumerkilliset AD- ja DA-muunnokset ja osaa tehdä sellaisia muunnoksia annettujen arvojen välillä. Opiskelija osaa totuustaulukosta lähtien johtaa logiikkapiirin boolean lauseen ja minimoida sen sekä suunnitella sitä vastaavan kombinaatiologiikkapiirin käyttäen porttipiirejä, monifunktiopiirejä, multipleksereitä, demultipleksereitä ja dekodeereita. Opiskelija osaa toteuttaa suunnittelemansa piirin laboratoriossa ja testata sen toiminnan käyttäen perusmittalaitteita.

Opintojakson esitietovaatimukset

Aritmetiikan perustaidot. Sähköopin ja elektroniikan komponenttien perusteet.

Opintojakson sisältö

Lukujärjestelmät ja binääri- sekä heksadesimaalialaritmetiikka. Laskeminen etumerkilliset binäärikokonaisluvuilla. Luku- ja merkkikoodit. Gray-koodi ja pariteetti. Boolean algebra ja boolean lausekkeiden sieventäminen. AD- ja DA-muuntimet. Kombinaatiologiikkapiirien komponentit: porttipiirit, monifunktiopiirit, multiplekserit, demultiplekserit ja dekodeerit. Logiikkapiirien rakentaminen laboratoriossa ja perusmittalaitteiden käyttö

Opintojakson lisätiedot

Ei huomautuksia.

Kirjallisuutta

Haltsonen, Seppo – Levomäki, Jaakko – Rautanen, Esko T. 2013 (tai 2006). Digitaalitekniikka. Porvoo: Bookwell Oy.

Rantala, Pekka 1996. Digitaalitekniikka, Osa A. Oulu: Tietokotka.


Näitä em. Kirjoja löytyy koulun kirjastosta, mutta välttämättä ei kaikkia riitä kaikille.

KUVAUS PEPISTÄ NAPATTUNA:


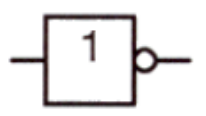







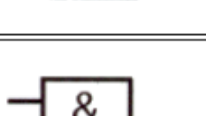

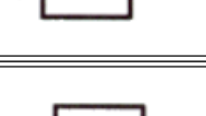


Opiskelija osaa digitaalilogiikan ja -laskennan perusteet ja osaa tehdä loogisia laskutoimituksia binäärilogiikan lauseilla sekä numeerisia laskuja eri lukujärjestelmissä. Opiskelija osaa tulkita kombinaatiologiikan piirirakenteita ja suunnitella niitä käyttäen porttipiirejä. Opiskelija pystyy työskentelemään ryhmässä ja elektroniikan laboratorioympäristössä. Hän pystyy rakentamaan yksinkertaisia logiikkapiirejä ja tutkimaan niiden toimintaa perusmittalaitteilla.

Digitaalitekniikan komponenttien piirrosmerkit

- Hakusanalla "komponenttien piirrosmerkit" löydät helposti sähkökomponenttien piirrosmerkit. Tuloksena esim. viite <http://huhtama.kapsi.fi/ele/index.php?si=merkit.sis> josta kannattaa vilkaista ainakin "vastukset", "diodit", "transistorit ja fetit", sekä erityisesti "Logiikkapiirit".
- <https://www.tinkercad.com/#/> on web-pohjainen kytkentäsimulaattori (en vielä testannut itse), jolla voi testata jopa labrassakin tehtäviä kytkentöjä. Lisäksi siihen voi liittää Arduinon mukaan, koska se löytyy ihan "ohjelmoitavana komponenttina"
- Kätevä simulaattori on myös osoitteessa: <http://www.neuroproductions.be/logic-lab/>

	AB F	TAI-veräjä (OR).

	00 0	
	01 1	
	10 1	
	11 1	

	A F ----- 0 1 1 0	EI-veräjä (NOT), eli invertteri.		A F ----- 0 1 1 0	EI-veräjä (NOT), eli invertteri.
	AB F ----- 00 0 01 1 10 1 11 1	TAI-veräjä (OR).		AB F ----- 00 0 01 1 10 1 11 1	TAI-veräjä (OR).
	AB F ----- 00 1 01 0 10 0 11 0	TAI-EI-veräjä (NOR).		AB F ----- 00 1 01 0 10 0 11 0	TAI-EI-veräjä (NOR).
	AB F ----- 00 0 01 0 10 0 11 1	JA-veräjä (AND).		AB F ----- 00 0 01 0 10 0 11 1	JA-veräjä (AND).
	AB F ----- 00 1 01 1 10 1 11 0	JA-EI-veräjä (NAND).		AB F ----- 00 1 01 1 10 1 11 0	JA-EI-veräjä (NAND).
	AB F ----- 00 0 01 1 10 1 11 0	Ehdoton TAI-veräjä (X-OR).		AB F ----- 00 0 01 1 10 1 11 0	Ehdoton TAI-veräjä (X-OR).
	AB F ----- 00 1 01 0 10 0 11 1	Ehdoton TAI-EI-veräjä (X-NOR).		AB F ----- 00 1 01 0 10 0 11 1	Ehdoton TAI-EI-veräjä (X-NOR).

- Perus-porttipiirit esiteltynä
- **Poiminta edellisen sivun linkistä**
- Kuvissa kahdet eri merkintästandardit
- Mukana myös totuustaulut; A ja B ovat input-napoja ja F on tässä output (usein Y)
- Esimerkkinä OR-portista voisi olla sermillä erotettu huone, jossa on kaksi sisääntuloa mutta yhteinen valaistus. Jos jompikumpi tai molemmat puolet haluavat valaistusta niin valot on päällä. Jos molemmilta puolilta lähdetään ja molemmat input-kytkimet käännetään alas niin sitten valot on pois.

Sähkösuureiden kertausta voit katsoa videoilta jos ne ei ole kirkkaana mielessä:

- Kytkenäkaavion ja kytkennän välinen yhteys; johdinvärien valinta; resistanssin mittaaminen; jännitteen kytkeminen ja jännitteen mittaaminen: <https://youtu.be/dZFWo3RzZ68>
- Erityisen tärkeä: Virran mittaaminen https://youtu.be/qlwm_jaIJZ4
- Jännitteen ja potentiaalin mittaaminen ja tarkemmat selitykset potentiaalille, jännitteelle ja virralle <https://youtu.be/6mdj3ilQI1I>
- OR-piiriin liittyvä demovideo, joka toivottavasti avaa digitaalitekniikan perus-ajatusta (HIGH / LOW –tilat): <https://youtu.be/XDnVm6lpFCU>
- Video ”kelluvasta” tilanteesta, jossa input-napa ei ole kytkettynä, eli maadoituksen merkitys: <https://youtu.be/bKdo8ZtrKIg>

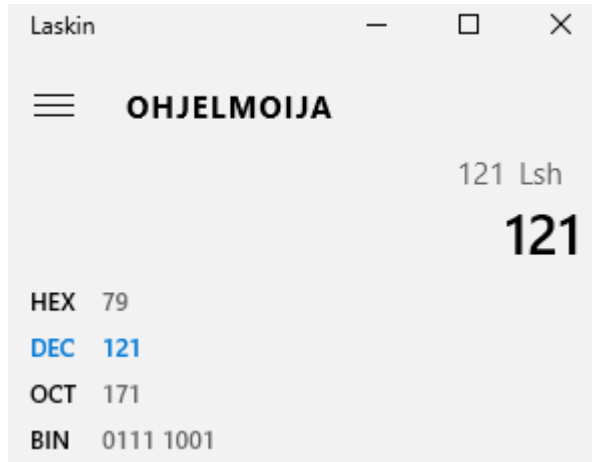
Digitaalitekniikkaa, miksi ihmeessä???

Seppo Haltsonen, Jaakko Levomäki, Esko T. Rautanen, Digitaalitekniikka, 2013, Edita, neljäs painos:”Ihmisen elämässä ja elinolosuhteissa tapahtuneet suuret muutokset perustuvat suurelta osalta tietoon liittyvässä tekniikassa eli tietotekniikassa tapahtuneeseen kehitykseen, joka edelleen jatkuu hyvin voimakkaana ja nopeana.”

Ryhmätehtävä:

1. Miten tuo tietotekniikan kehitys muuttaa meidän elämää juuri nyt?
2. Mitkä asiat ovat tietotekniikan syytä/ansiota jos vertaat omien vanhempiesi opiskeluajan ja oman opiskeluaikasi elinolosuhteita?
3. Miten tuo tietotekniikan voimakas ja nopea kehitys sitten näkyy tulevaisuudessa meidän elinolosuhteiden muuttumisena?

Ihan perusasiat, jotka kaikkien PITÄÄ oppia...



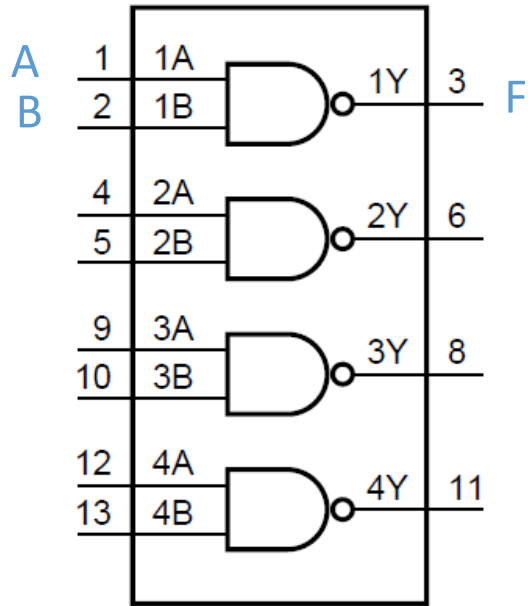
$$= 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$= 7 \cdot 16^1 + 9 \cdot 16^0$$

$$= 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$$

(Desimaaliluku 121 eri esitystavoilla, eli eri kantalukujärjestelmällä esitettynä)

Ihan perusasiat, jotka kaikkien PITÄÄ oppia...

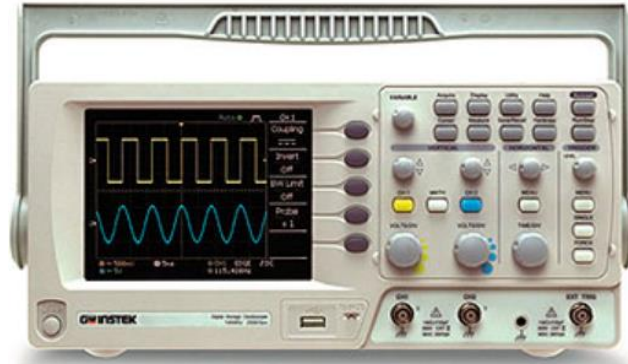


Jos $A = 1$, $B = 1$, niin mitä on F ?

Jos pinni 7 = 0V, pinni 14 = 5V

Jos pinni 1 = 5V ja pinni 2 = 5V, niin palaako ledi?

Ihan perusasiat, jotka kaikkien PITÄÄ oppia...



Näiden peruskäyttö laitteita ja mitattavaa kohdetta rikkomatta

Digitaalitekniikan perusteet

Ydinasiat

Tiedon esitystavat
Analoginen ja digitaalinen esitys

Digitaalisuuden erot

Binaariluvut

Lukualue vs sananleveys

Laskuoperaatiot binaariluvuilla

Muunnokset DEC, BIN, HEX

Negatiivisten lukujen esitystapa

Perusportit ja totuustaulut

Kombinaatiologiikka ja boolean algebra

Kytkeäntäfunktion ja sen sieventäminen
Boolean algebran sääntöjen avulla

Minimointi
Karnaugh'n kartalla

Logiikkaperheet ja selvitetään joidenkin kaupallisten logiikkapiirien toimintaperiaate datalehden perusteella

Logisim tehtävä

Painonappi, 7-segmenttinäyttö
Arduinolla

Mittalaitteet ja kytkenät (labrat)

Signaaligeneraattori ja oskilloskooppi

AND, OR, NAND, NOR, XOR piirien kytkeäntä, datalehtien lukutaito

Siirtyminen analogisen ja digitaalisen esitystavan välillä

Arviointi

Digitaalitekniikan osuus arvioidaan painotuksella **koe** 50% ja **käytännön tehtävät ja harjoitustyöt** 50%. Harjoitustehtävien tekeminen esitetään paikan päällä opettajalle ja/tai dokumentilla johon kerätään dokumentit tehdyistä harjoituksista ja saaduista tuloksista. Huom! Valokuvia kannattaa ja pitää ottaa omista kytkennöistä dokumentaatiota varten. PIDÄ TEHTÄVIEN KUITTAUSLISTA MUKANA TUNNEILLA JA LABROISSA! Dokumentaatio ja kuittauslista palautetaan ennen koetta.

Teoreettisilla tehtävillä valmistaudutaan kokeeseen ja käytännön harjoituksilla harjoitellaan tietysti käytännön taitoja ja teorian soveltamista.

Labrat ryhmätehtävinä 2-3 hengen ryhmissä. HUOMAA, ETTÄ LABRAVUOROILLE TÄYTYY VALMISTAUTUA TUTUSTUMALLA TEHTÄVIIN ETUKÄTEEN JA TEKEMÄLLÄKIN OSIOITA JOITA VOI ETUKÄTEEN TEHDÄ.

Mitä ne digitaalitekniikkaa käyttävät laitteet sitten ovat??

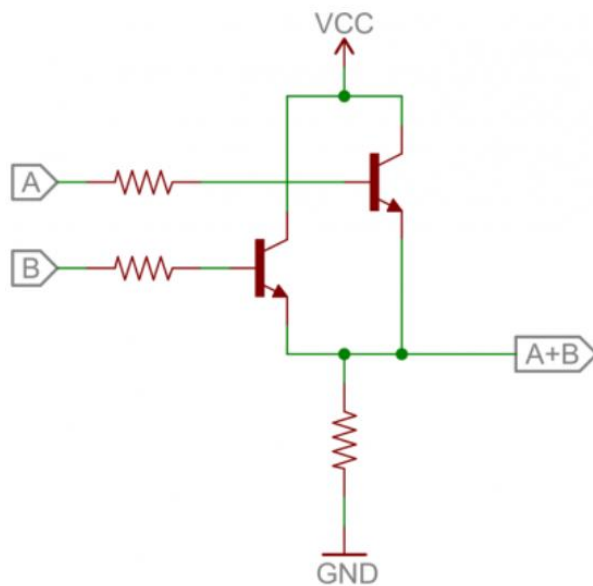
- Katso mitä yleistietoa digitaalipiireihin löytyy; Tee web-haku ”digitaalipiirit” ja tutustu hetki materiaaleihin. Kiinnitä huomio esimerkiksi: mihin kaikkeen digitaalipiirejä käytetään; mitä digitaalisuus tarkoittaa verrattuna analogialaitteeseen; miten transistorit ja FETit liittyvät digitaalitekniikkaan.
- Videositykset piirien valmistuksesta.

<https://www.youtube.com/watch?v=UvluuAliA50>

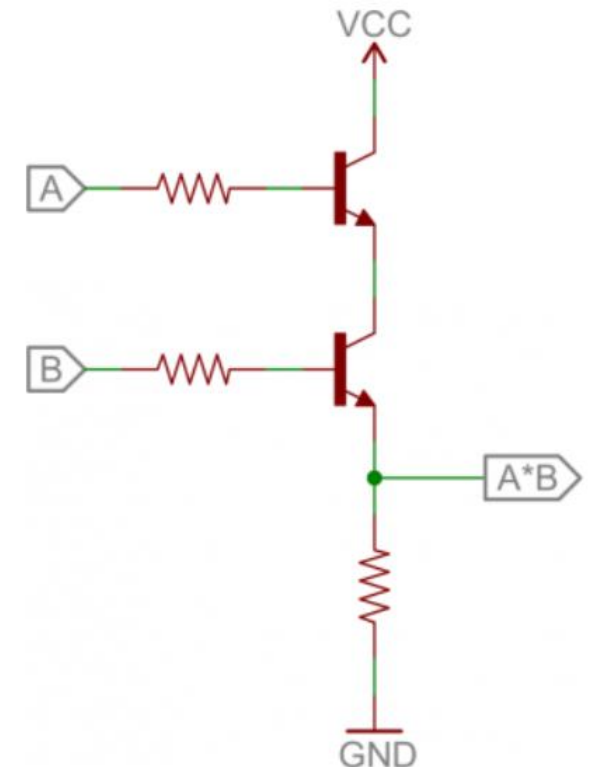
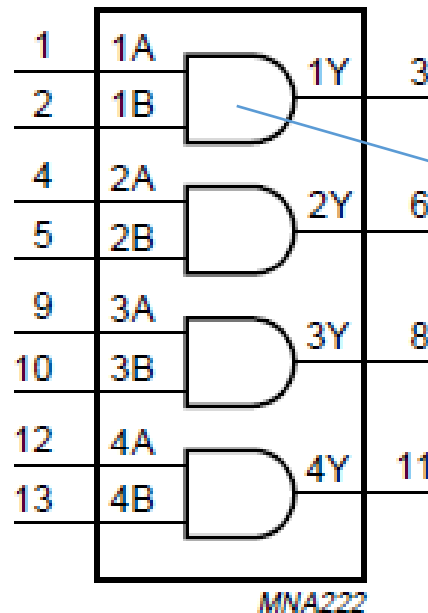
<https://www.youtube.com/watch?v=F2KcZGwntgg>

- Huomataan, että tiedon tallennus (muistit), tiedon siirtolaitteet (kytkimet, reitittimet, tukiasemat, matkapuhelimet) ja tiedon prosessointilaitteet (prosessorit) on kaikki tehty pohjimmiltaan transistoreista, joita on vino pino integroitujen piirien sisuksissa.

Logiikkaportit on tehty transistoreista...



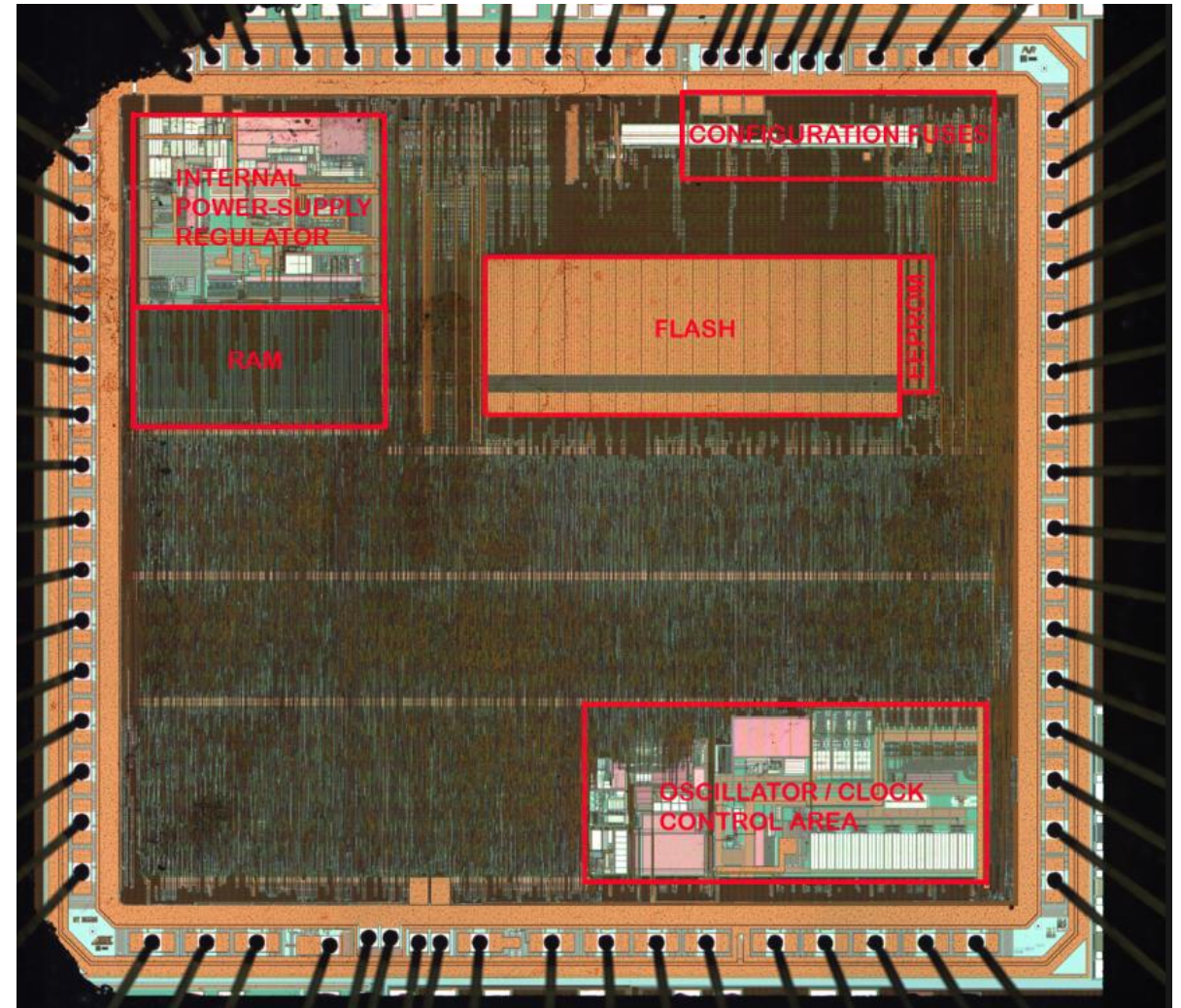
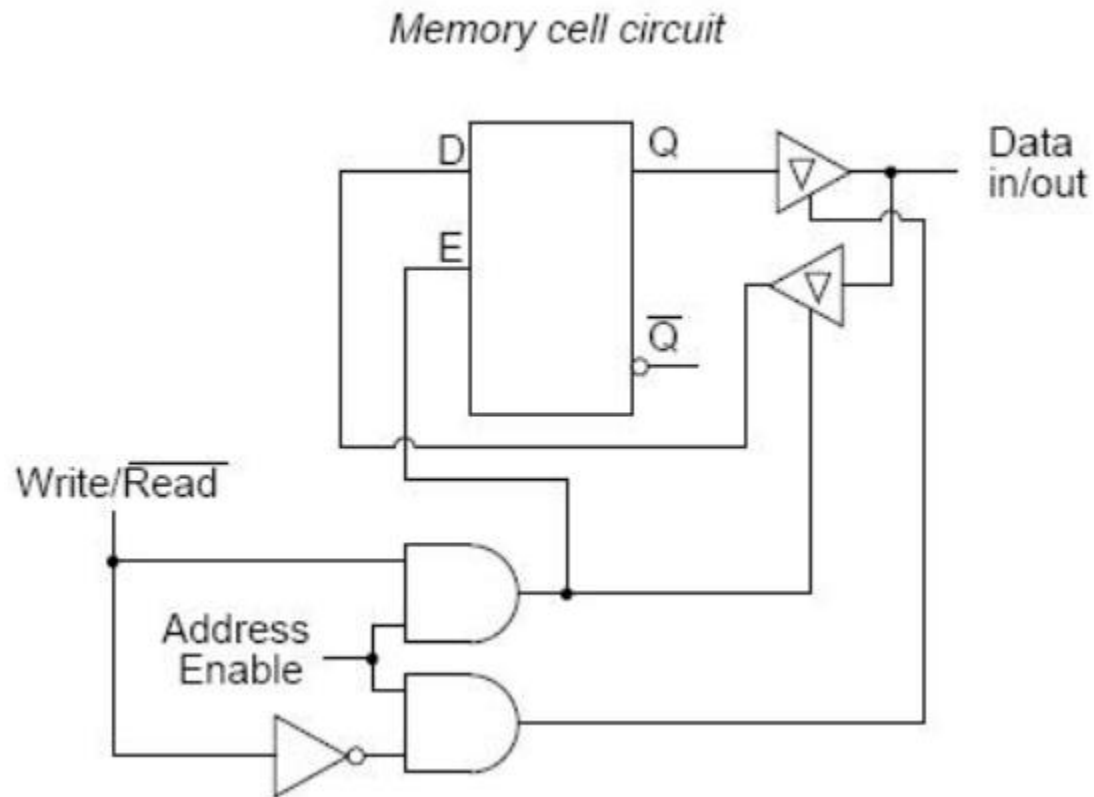
2-input OR gate built out of transistors.



2-input AND gate built out of transistors.

Kuvien lähde: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/transistors>
Selityksiä, KANNATTAA KATSOA! <https://youtu.be/wHcSUjxjDDQ>

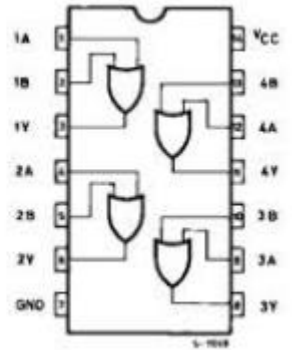
Proessorit ja muistit on tehty transistoreista



Käytännön tekeminen alkaa...

Tehtävä 1:

- Digitaalitekniikkaa voidaan tehdä komponenttien avulla, esim. 74HC-sarjan porttipiireillä. Kuvassa 74HC32 OR-porttipiiri.
- Digitaalitekniikan opiskelua voidaan elävöittää käyttämällä porttipiirien rinnalla ohjelmoitavaa Arduino-mikrokontrolleria.
- Arduinon kotisivu: <https://www.arduino.cc/>



Tehtävä 1... Arduinon käyttöönotto (ja datan tallennus-esimerkki katsottavaksi)

- Koululla Arduinosta on runsaasti UNO-boardoja. Toki muitakin löytyy jos tarve vaatii. Suosittelen hankkimaan oman Arduinon tai vastaavan. Halpojakin saa, esim. Leonardo-alusta tilattuna halpatoimittajalta <http://www.dx.com/s/arduino+leonardo>
- Jos olet tottunut käyttämään kontrollereita, niin vaihtoehtoja on paljon. Jos taas olet aloittelija, niin suosittelen juuri samaa alustaa kuin koulullamme käytetään. Tällöin ei tule yhteensopivuusongelmia.
- Aloitusvideo ”sähkömittaustekniikasta” lainattuna...: <https://youtu.be/poKKtxR6v4A>
 - Käyttöönotto, 1. mittaus ja esimerkkiohjelman muokkaus jännitemittariksi; **Serial Monitor**
- **Arduinon** käyttöönotto oskilloskooppi-näkymällä ja **Serial Plotter**: <https://youtu.be/JbJ6B2F54qc>
 - Tulostaa Sarjaportilta lukujonoa tai jos lukuja tulee kolumneittain niin niistä tulee useampi käyrä samaan kuvaajaan.
- Mitatun datan tallennus tiedostoon **PuTTY**-ohjelmalla: <https://youtu.be/UcRt8s73zLE>
 - Lisätään ohjelmallisesti aikaleima mukaan ja viedään mittausdata tiedostoon jatkokäsittelyä varten.
- Tiedostoon saatu data voidaan havainnollistaa **Excelillä** ja sitä voidaan myös jatkokäsitellä: <https://youtu.be/XmcQ-VUg3s4>
 - Tiedoston avaaminen, tallennus Excel-muodossa, ms-aikaleiman muuntaminen sekunneiksi laskentakaavalla, kuvaajan laatiminen ja dokumentointi

Tehtävä 1... Soveltaminen porttipiireillä (voi tehdä luokassa tai omalla ajalla)

- Esimerkkiohjelman avaaminen ja muokkaaminen mittalaitteeksi, joka mittaa jännitteitä 0V – 5V. Erikseen numeronäyttö (Serial Monitor) ja käyränpiirto (Serial Plotter). Video: https://youtu.be/UOE07Rf8_CE
- Esimerkkiohjelman avaaminen ja muokkaus yksinkertaiseksi OR-porttipiiriksi. Video: <https://youtu.be/2E63ex3G9rw>
- Arduinolla mittaavan osion ja porttipiirin ohjelmien yhdistäminen. Siis edelliset kaksi esimerkkiä yhteen. Video: <https://youtu.be/ctR8HqsmOPk>
- 74HC32-porttipiirin mittaaminen Arduinolla ja yleismittarilla ja vertaaminen edelliseen tapaukseen. Pienet räpellykset kuuluu asiaan 😊 Video: <https://youtu.be/MbNprfEJzvU>
- **Ja sitten se tehtävä:** Ohjelmoi Arduinolle AND-porttipiiri ja varmista sen totuusarvotaulukko mittaamalla Arduinolla. (Tallensithan testidatan Exceliin kuvanäkymän kera...)
- **Jatkotehtävä:** Testaa porttipiirin totuusarvotaulukko ihan itse mittaamalla. Videolla https://youtu.be/HZWT_S3v8Ec on luokassa esitetty malliratkaisu.

Tehtävä 2: Tiedonhakua ja datalehden tutkimista (omalla ajalla)

- Tämä web-pohjainen tehtävä tehdään itsenäisesti ja suositellaan dokumentoitavaksi itseä varten. Voit koostaa kuvanäkymät ja tekstit viitteineen Word-dokumenttiin. Dokumentointi-työkaluna toimii hyvin kuvakaappaus-ohjelma ”Snipping tool” eli ”Leikkaustyökalu”, sekä pikavalintana AltGr + Print Scrn –näppäinyhdistelmä, joka nappaa aktiivisen ikkunan leikepöydälle dokumenttiin kopioitavaksi. Käytännön tilanteista kannattaa ottaa kuvia, esim. kännykällä kunhan muistaa siirtää ne tiedostoon. Dokumentin mahdollinen lähettäminen kannattaa tehdä .pdf –muodossa, jolloin tiedostokoko on paljon .doc –muotoista pienempi.
- Dokumenttia ei palauteta muuta kuin erityisestä syystä jos esim. koe ei mene läpi. Jos jokin kohta jää epäselväksi, pyydä opettajalta selityksiä. Tarvittaessa tehdään lisää tietoisuus-videoita tai käydään aihetta yhdessä läpi.

Tehtävä 2... Digitaalipiirin keskeisten parametrien haku datalehddestä

Oppimateriaalit tehtävää varten:

- Tarvittava materiaali etsitään webistä.
- Tehtävää tuli vähän pohjustettua videolla: <https://youtu.be/slsDi9w1HiY>

Selvitä komponenttien 74HC08 ja 74HC04 keskeisimmät ominaisuudet datasheetin perusteella.

- Etsi kummallekin komponentille kytkentänapojen numerointi ja napojen tehtävät.
- Millainen käyttöjännite näille kytketään ja miten? Mikä on käyttöjännitteelle minimi, maksimi ja tyypillinen arvo?
- Millainen on tyypillinen porttipiirin tilanmuutokseen menevä aika (ns/V) ja montako kertaa tällä muutosnopeudella tila voisi vaihtua sekunnissa kun käyttöjännitteenä on tasan 5V?
- Montako porttipiiriä komponentista löytyy?
- Mikä on porttipiirin tyyppi ja piirrosmerkki?
- Millainen on komponentissa yhden porttipiirin totuustaulukko?
- Mikä on minimi input jännite, jonka piiri vielä tunnistaa loogiseksi ykköseksi eli todeksi?
- Mikä on maksimi jännite, jonka piiri vielä tunnistaa loogiseksi nollaksi?
- Mikä on maksimi virta, jonka piiri voi ajaa ulos tai ottaa sisään?
- Mikä on 74HCXXXX ja 74LSXXXX piirien välinen ero? Voit ottaa esimerkkinä komponentin 74LS04, koska se löytyy komponenttitornista ja 74HC04 näyttää sieltä puuttuvan, ellei niitä jo ehtinyt tulla lisää...

Tehtävä 3: Binääriluvut

- Katso esittelyvideo 10-kantaisiin desimaalilukuihin ja 2-kantaisiin binäärilukuihin liittyen:
<https://www.khanacademy.org/math/algebra-home/alg-intro-to-algebra/algebra-alternate-number-bases/v/number-systems-introduction>
- Negatiiviset binääriluvut: kts.
https://www.youtube.com/watch?v=vfY7bN_3VKw
- Varmasti löydät helposti itsekin videoita jos tarvii... mutta katsotaan vielä tilannetta työkaluohjelmillamme Arduino, Excel ja Octave (vastaa Matlabia): <https://youtu.be/hMwjRin7FcY>

Tehtävä 3 ... lukumuunnos BIN <-> DEC

Tehtävät:

- Esitä luku desimaaliluku 1234 binaari ja hexadesimaalijärjestelmän lukuina. Näytä vastauksessasi mistä tekijöistä binaari ja hexadesimaalijärjestelmän luvut koostuvat seuraavaan tyyliin (eli ei riitä, että laskimella ottaa oikeat vastaukset:

$$1234 = 1*1000 + 2*100 + 3*10 + 4*1$$

- Esitä heksadesimaaliluku 1FE binääri- ja desimaalijärjestelmän lukuna. Esitä muunnoksen vaiheet. Ei siis riitä, että näytetään vain pelkkä lopputulos vaan miten tulokseen päädyttiin.

Tehtävä 3... lukumuunnos BIN <-> DEC

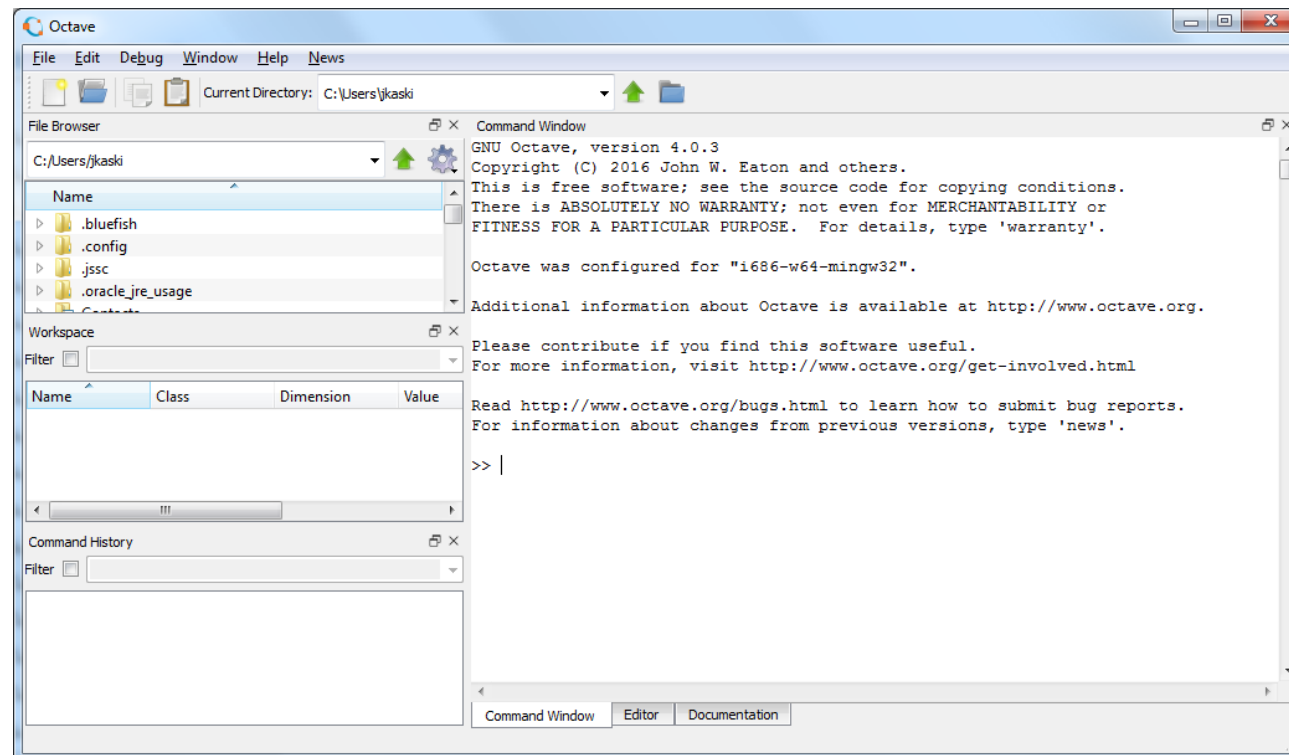
Kokeile demoa binääriluku-plotterista Arduinolla parisi kanssa

- Tämän demon voit tehdä parisi kanssa kahdella Arduinolla. Toinen tuottaa binäärilukuja Dropboxissa jaetulla koodilla BinaariPlotteri.ino. Toisella Arduinolla taas mitataan Serial Plotterille toisen tuottamaa dataa.
- Toiselle Arduinolle ladataan Dropboxista ohjelma "BinaariPlotteri.ino" ja toiselle "MonitoriAvaus.ino". Katsokaa ohjelmista, mitkä kytkentänavat ovat käytössä näissä ohjelmissa ja kytkekää Arduinot hyppylangoilla keskenään. 1. Arduino syöttää kokonaislukuja väliltä 0 – 255 ja toisen Arduinon SerialPlotter-näkymästä täytyy osata tunnistaa mikä luku oli kyseessä. Kun homma alkaa sujumaan, vaihdetaan roolit. Harjoittelu lopetetaan vasta kun kaikki osaavat lukea binääri-esitystavasta lähetetyn kokonaisluvun.
- Muunna luvut 203; 157 ja 54 binääriluvuiksi mieltimällä & paperille laskemalla (8-bit 'left-msb'). Voit tsekata tuloksen Arduino-ohjelmalla, Excelillä ja Octavellakin jos ja kun päädyt sen koneellesi asentamaan.... Siitä jatkossa lisää jos tarpeelliseksi havaitaan.
- Demo on myös videolla jos et saa kahta Arduinoa käyttöösi edellisessä kohdassa. Videolla on muunnettu DEC-muotoisia lukuja binäärisiksi ja lähetetty yhdeltä Arduinolta toiselle. Samalla annetaan tehtäväksi selvittää ja muuntaa neljä binäärilukua DEC-muotoon. (Vastaukset on annettu videon loppupuolella.)
<https://youtu.be/Un9UkO9qeo>

Muunna binäärimuotoon (8-bittisenä, MSB on vasemmalla) seuraavat kokonaisluvut: 203; 157; 54. Tuloksen voit tarkastaa videolta: <https://youtu.be/Rb1tVMntTsA>

EXTRA: Octave ja lukumuunnokset: suositellaan varsinkin ohjelmoinnista ja laskennasta kiinnostuneille!

- Jos mahdollista, lataa koneellesi Octave, joka on hyvä matematiikka-työkalu opintojesi ajalle ja työtehtävissäkin.
- Octaven käyttöä ei suoranaisesti vaadita digitaalitekniikan toteutuksessa, mutta se on hyvä työkalu ja siksi sitä tässä jo tarjoillaan...



EXTRA... Oman skriptin kirjoittaminen

- Ohjelman tuutorial-videon on Kari Jyrkkä antanut tarjolle:
<https://connect.funet.fi/p8a3yj1wip9/>
- Oma tuotoksesi Octavessa on ”Skripti”, joka on matemaattinen ohjelmanpätkä jota voi ajaa aina uudelleen ja jota voi myös editoida uusien tarpeiden mukaan. Nyt tätä voidaan käyttää lukumuunnoksissa apuna.
- Avaa ”New Script” ja tallenna se sopivalla nimellä työhakemistoosi.
- Testataan paria annettua toimintoa, jotka näkyvät seuraavalla sivulla.

Octave

File Edit Debug Window Help News

Current Directory: K:\Kaski\Digitaalitekniikan perusteet\Octave

File Browser

K:\Kaski\Digitaalitekniikan perusteet\Octave

Name

Binaarijuttuja.m

Workspace

Filter

Name	Class	Dimension	Value
A	double	1x1	1
B	double	1x1	4

Command History

Filter

Binaarijuttuja
Binaarijuttuja

Editor

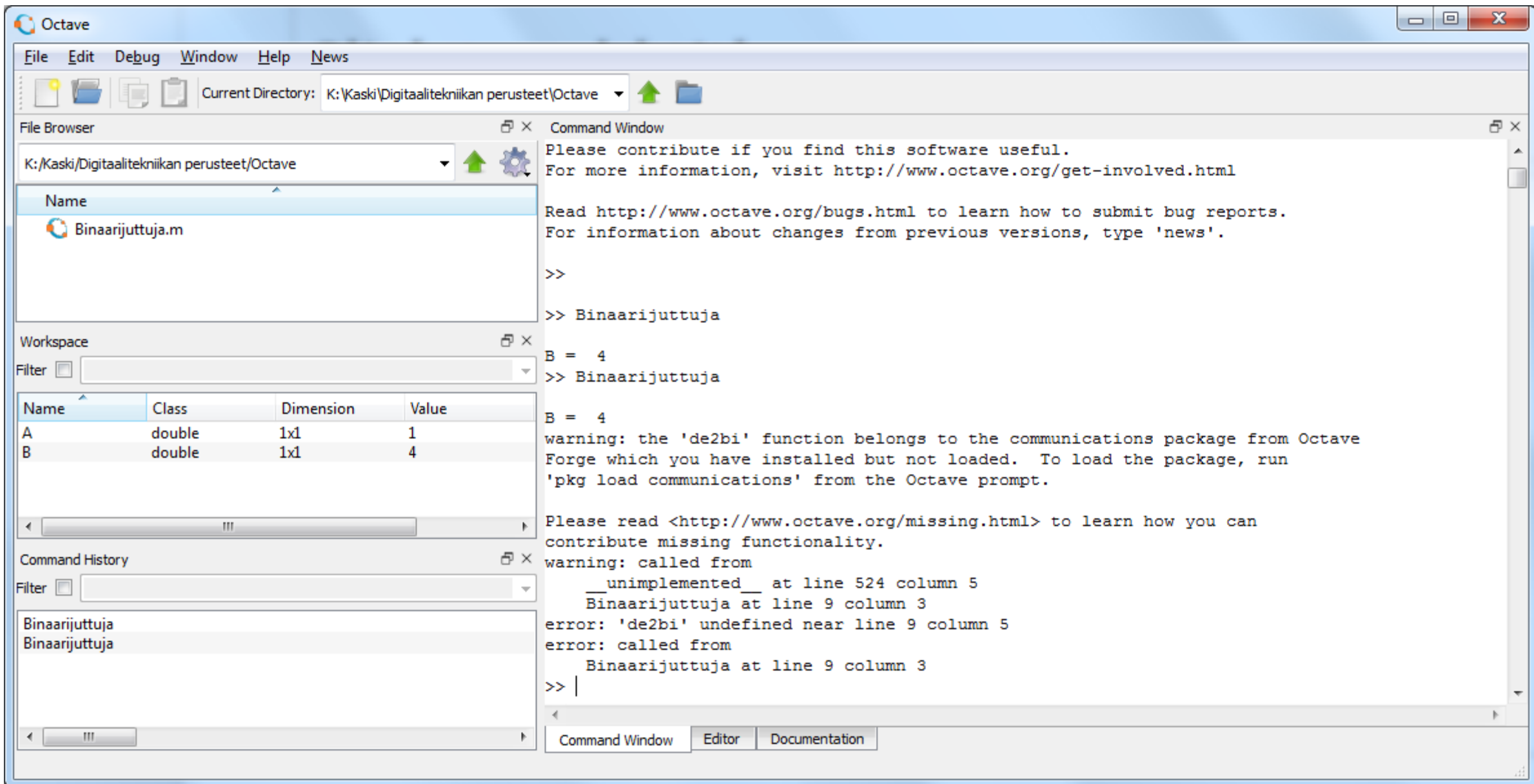
File Edit View Debug Run Help

Binaarijuttuja.m

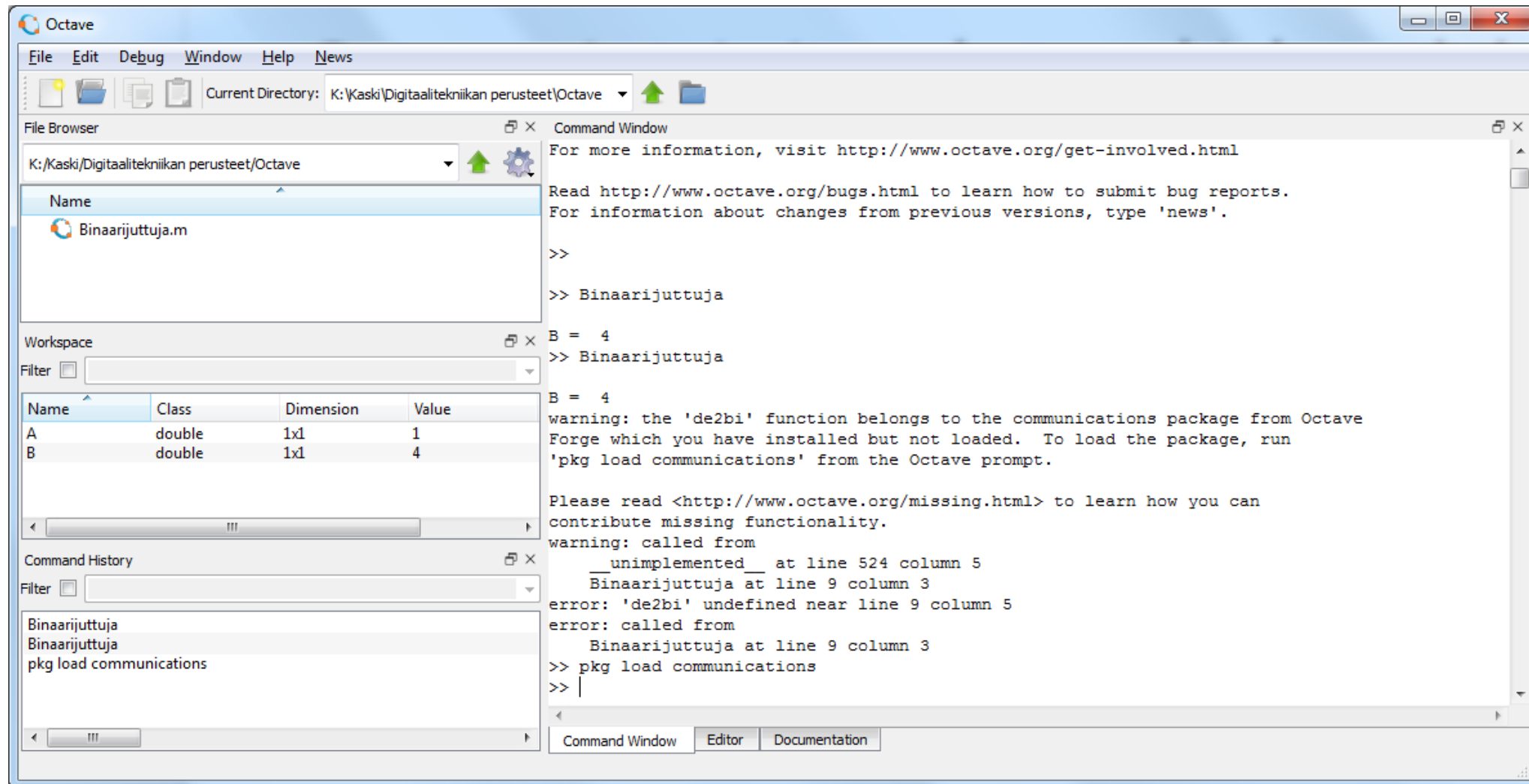
```
1  %-merkin jälkeen voit kommentoida itsellesi tätä ohjelmaa
2  %Testaillaan lukumuunnoksia Octavella
3
4  %Ensimmäinen testisijoitus:
5  A = 1;      %Puolipiste rivin lopussa.... tulos ei näytölle
6  B = A + 3   %Nyt puolipiste puuttuu ja tulos tulee Command Window-näkymään
7
8  %Ensimmäiset lukumuunnokset, kirjoita Command Windowssa "help de2bi" jos tarvii
9  C = de2bi(2)
10 D = de2bi(2,5)
11 E = de2bi(2,5,'left-msb')
12
13
```

eol: CRLF line: 11 col: 26

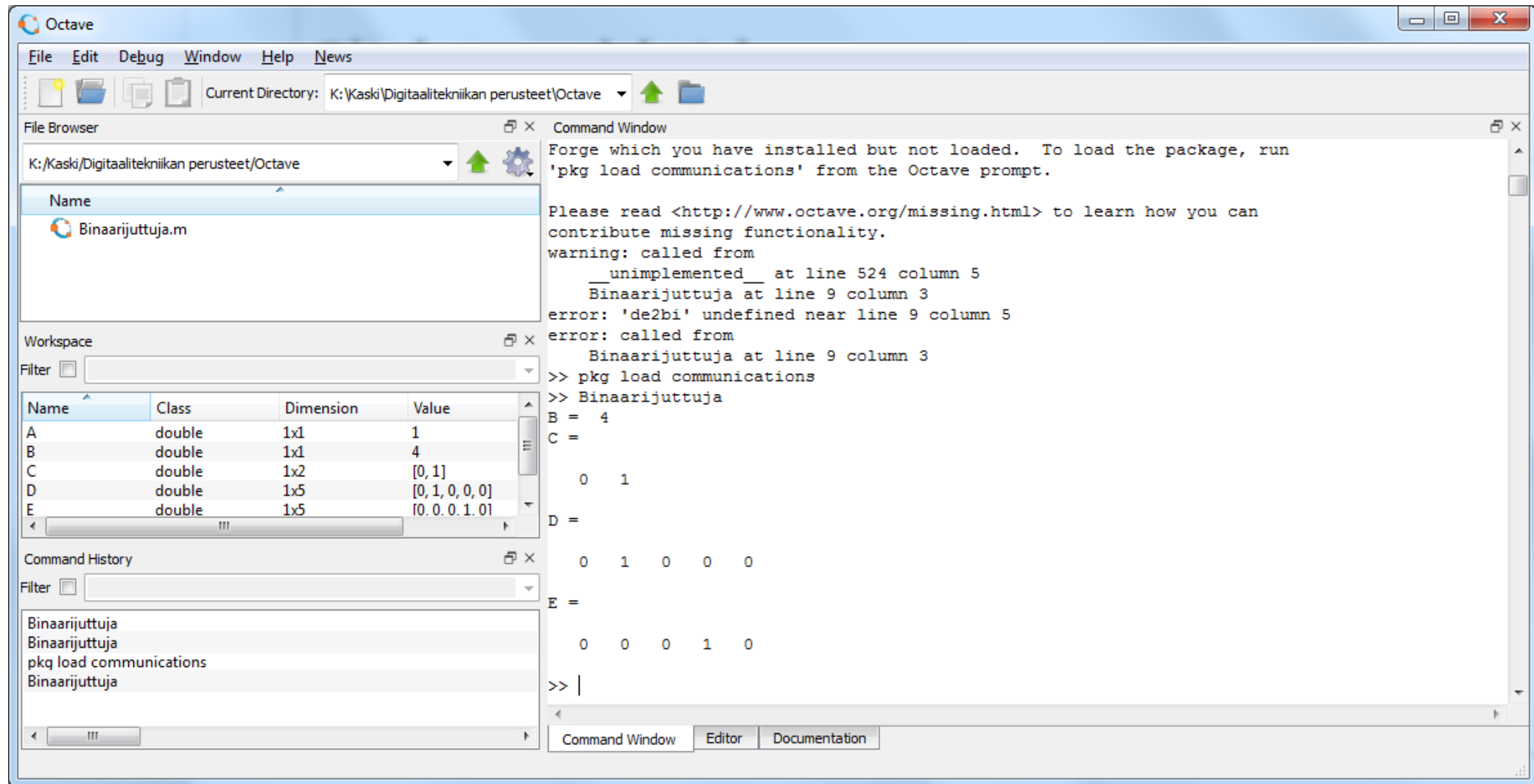
Command Window Editor Documentation



EXTRA... Ongelma... ja toimitaan kuten ohjelma ehdottaa



EXTRA... Ja uuden ajon jälkeen saadaan tulostus...



The screenshot shows the Octave software interface. The top menu bar includes File, Edit, Debug, Window, Help, and News. The current directory is K:\Kaski\Digitaalitekniikan perusteet\Octave. The File Browser shows a file named Binaarijuttuja.m. The Workspace shows variables A, B, C, D, and E with their respective classes, dimensions, and values. The Command History shows the commands Binaarijuttuja, Binaarijuttuja, pkg load communications, and Binaarijuttuja. The Command Window shows the output of the Binaarijuttuja function, including a warning and an error message.

File Browser: K:\Kaski\Digitaalitekniikan perusteet\Octave

Workspace:

Name	Class	Dimension	Value
A	double	1x1	1
B	double	1x1	4
C	double	1x2	[0, 1]
D	double	1x5	[0, 1, 0, 0, 0]
E	double	1x5	[0, 0, 0, 1, 0]

Command History:

- Binaarijuttuja
- Binaarijuttuja
- pkg load communications
- Binaarijuttuja

Command Window:

```
Forge which you have installed but not loaded. To load the package, run
'pkg load communications' from the Octave prompt.

Please read <http://www.octave.org/missing.html> to learn how you can
contribute missing functionality.
warning: called from
    __unimplemented__ at line 524 column 5
    Binaarijuttuja at line 9 column 3
error: 'de2bi' undefined near line 9 column 5
error: called from
    Binaarijuttuja at line 9 column 3
>> pkg load communications
>> Binaarijuttuja
B = 4
C =
    0    1
D =
    0    1    0    0    0
E =
    0    0    0    1    0
>> |
```

EXTRA... Octave-tulosten pureskelua

- Muunnoksessa näkyy ja on valittavissa käytettyjen bittien määrä. Oletuksena bittejä on sen verran kuin tarvii.
- Oletuksena on 'right-msb' mutta meidän yleensä olemme tottuneet näkemään 'left-msb':n.
- Alimmalla rivillä näkyy että koodiin kirjoitettu muunnettava luku 2 on 5 bitillä koodattuna 0 0 0 1 0.
- Testaa käskyä bi2de. Katso helpistä apuja tarvittaessa.
- Tällä työkalulla voidaan tehdä hyvinkin monipuolista datankäsittelyä ja numerista laskentaa. Opettajalta voi kysyä lisää. Tyypillisiä tilanteita on datalogger-toteutuksella mitatun sensoridatan havainnollistaminen, kalibrointi ja digitaalinen suodatus.

Tehtävä 4: Analogiseen anturiin tutustuminen ja digitoinnin piirteitä

- Arduinoon suoraan kytkettävä analoginen anturi on sellainen toiminnaltaan, että se antaa mittaustietonsa sähköisessä muodossa ja nimenomaan voltteina.
- Käyttäjän on tiedettävä tai selvitettävä, miten mitattava suure ja laitteen antamat voltit riippuvat toisistaan. Tieto saadaan esim. datasheetistä tai toteuttamalla itse ”kalibrointi”. Kalibrointi tulee matematiikassa ja/tai fysiikassa tarkemmin.
- Kaikki anturit ovat pohjimmiltaan analogisia, mutta osalle näitä on lisätty elektroniikka siten, että ne antavat tietonsa valmiiksi digitaalisena esimerkiksi jotain tiedonsiirtostandardia käyttäen. Näitä digitaalisesti kommunikoivia antureita kutsumme ”digitaalisiksi”. Tiedonsiirto-menetelmänä voi olla esim. I2C-väylästandardi, jossa laite on 4-napainen: Vcc, SDA (data), SCL (kello) ja GND.
- Esimerkkinä kiihtyvyysanturi, josta jokaiselle annetaan analoginen versio ja luokassa saa kiertää digitaalinen versio.

Tehtävä 4.... Digitaalisen laitteen koodia...

- Koodi sisältää eri muotoisia lukuja; Kokeile muuntaa korostettu luku Googlen avulla... Miksi siis opettelemme lukujen esitystavan muunnoksia? Entä mitä tarkoittaa "Array to store ADC values"?
- Koko koodi on saatavilla jos haluat kokeilla digitaalisen kiihtyvyysanturin toimintaa ihan käytännössä:



KXTF9_8bit.ino

```
//Definitions for KXTF-9 register addresses and setup values

//These addresses are from the KXTF9 Product Specifications
#define ACC 0x0F           // KXTF-9 I2C address

#define CTRL_REG1 0x1B      // Read/write control register that controls the g-range, 8- or 12-bit mode and standby/operating mode.

#define XOUT_L 0x06         // Lowpass filtered accelerometer x-axis LSB. Rest of the accelerometer axes
                           // are in consecutive addresses and read in a while loop so their register addresses are not needed here

#define DATA_CTRL_REG 0x21 // Read/write control register that configures the accelerometers output data rate. Note that to properly change the
                           // value of this register, the PC1 bit in CTRL_REG1 must first be set to "0".

char buffer[6]={0,0,0,0,0,0}; // Array to store ADC values
int cleanbuffer[6]={0,0,0,0,0,0};
int acc_x=0;
int acc_y=0;
int acc_z=0;
int i=0;
unsigned long aika=0;
#include <Wire.h>
```

Tehtävä 4.... Analogisen laitteen testausta mutta digitaalisella laitteella kerättynä

- Anturi voi olla analoginen, eli se antaa joka hetki jotain output-jännitearvoa
- Jännitearvoa voi tällöin tarkastella vaikka oskilloskoopilla tai yleismittarilla... tai sitten voi ottaa lukeman talteen tietyin väliajoin "näytteistettynä" esimerkiksi Arduinolla. (Tosin nykyään yleismittari ja oskilloskooppikin näytteistävät tilanteen, mutta kykenevät paljon suurempiin taajuuksiin kuin Arduino)
- **Valitse jokin seuraavista 3 vaihtoehdosta**, riippuen mitä laitteita käsissäsi on. Kussakin tapauksessa käytetään esimerkkinä kiihtyvyysanturia.
- 1) Analoginen kiihtyvyysanturi GY-61 käytettynä UNO tai MEGA-alustalla: Lataa Dropboxista "tuntitehtava2_GY61_UNO.ino"
- 2) Analoginen kiihtyvyysanturi GY-61 käytettynä Genuino-alustalla: Lataa Dropboxista "tuntitehtava2_GY61_GENUINO.ino"
- 3) Arduino Genuinon oma sisäinen kiihtyvyysanturi, jos jollekin ei riittänyt GY-61:stä. Lataa Dropboxista "tuntitehtava2_genuinolla.ino", lataa se Genuinolle ja testaa... käyttää Genuinon omaa sisäistä kiihtyvyysanturia.

Tehtävä 4.... Kiihtyvyyden mittaus ja digitoinnin piirteiden tarkastelua: NÄYTTEISTYS

- Esimerkkivideo, jossa otetaan lyhyt kiihtyvyyden keräily ja havainnollistetaan sitä Excelissä. (Yksi lipsaus näyttää videolla olevan, eli kiihtyvyyden yksikkö toki on m/s^2 . Datan siirrossa Exceliin käytetään leikepöydän kautta kopiointia, eli valitaan SarjaMonitorilta data ja ctrl^c kopioi...) https://youtu.be/aE2_IYoP2KY
- **TEHTÄVÄ**: Tee kiihtyvyydsmittaus niin että heilutat anturia tasaisesti esim. puolen metrin matkaa edestakaisin useita kertoja (laske kerrat!) jonkin anturin akselin suunnassa. Vie data Exceliin ja tarkastele kuvaajanäkymästä digitoinnin tuomaa näytteistystä mittaamastasi ilmiöstä. Onko näytteistys tarpeeksi nopea, jotta mm. näet toistojen lukumäärän Excel-kuvaajalta?

Boolean algebra ja porttipiiri-sovellukset

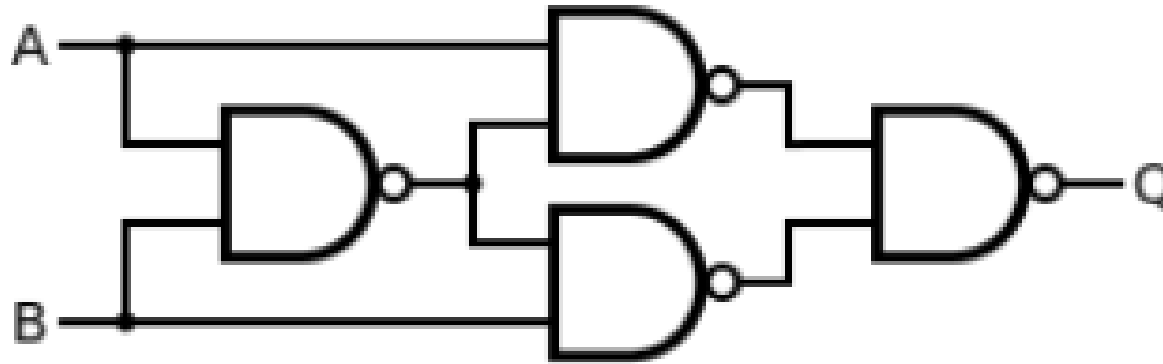
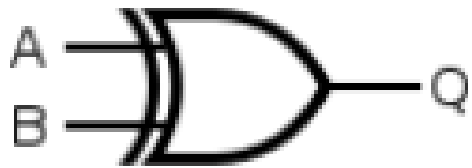
- Porttipiireillä voidaan toteuttaa käytännön sovelluksia.
- Boolean algebraa, piirrosmerkkejä ja totuusarvotaulukoita on selitetty videolla: <https://youtu.be/ysmiQ9l5j3g/>
- Esimerkki porttipiiri-komponentista (NAND) on videolla <https://youtu.be/Yt4fZhqMNoo>
- Esimerkki varashälytin-toteutuksesta porttipiireillä on videolla <https://youtu.be/HidwdKDuaBg>

Porttipiirit ja elektroniset logiikkakytkennät

- Keskitytään seuraavaksi perus-porttipiirien toimintaan. Tämä yleensä mielletään ”perinteiseksi digitaalitekniikaksi”.
- Huomaa, että webissä on tarjolla simulaattori, jolla voi turvallisesti testata sähkökytkentöjä: ”circuits.io”. Tästä aloitusvideo, jossa itsekin laitteistoa ”räpläillen” mennään eteenpäin. Kokeile tehdä itsekin vastaava simulaatio.
<https://youtu.be/5NDE4A1JXdM>
- Nippu linkkejä, joihin kannattaa tutustua:
- <http://www.32x8.com/> Näistä varmaan se paras linkki, koska tällä saa kytkennänkin tuloksena
- http://tma.main.jp/logic/index_en.html (Tällä voi optimoida totuustaulukkoa)
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/truth2.html#c4> (Tällä voi mm. demota millaisella kytkennällä mikäkin 2-input –tapaus on toteutettavissa)
- <https://youtu.be/Qx457QQKIRg> Tällä AC-nauhoitteella esitellään hissinohjaus-esimerkkitapauksen kytkentälogiikan toteuttaminen.

Tehtävä 5: Logiikka-toteutus vaihtoehtoisilla porttipiireillä

Osoita, että kuvan kaksituloinen XOR-portti voidaan toteuttaa kuvassa esitetyllä kaksituloisten NAND-piirien kytkennällä. Osoituksen voi tehdä näyttämällä, että XOR-piirin totuustaulun inputeilla molempien kytkentöjen (XOR:n ja NAND-korvikkeen) outputit ovat samoja.



Tehtävä 5...Looginen lause, kytkennän toteutus ja muokkaaminen NAND-piireille

- **Katso** seuraavat videot, joissa kerrotaan parin esimerkin avulla miten vaatimuksista voidaan piirtää ”sähköinen kytkentä” ja miten se voidaan toteuttaa porttipiireillä... ja jopa muokata niin että tarvitaan vain NAND-piirejä. Esimerkkinä on sähköovi, jolla on 5 input-tietoa: 1) Kulcutunniste 2) Avauspainake 3) Vahtimestarin paikallaolo 4) Kalenterissa arkipäivä ja 5) Kellossa virastoaika.
- Videolla puhun ”vastaluvusta”, jolla toki tarkoitan ”komplementtia” eli ykkösen komplementti on nolla ja nollan ykkönen 😊
- <https://youtu.be/N9tqVJvuNug> (Loogisesta lauseesta kytkentään)
- <https://youtu.be/JtQR8MNpDr0> (Toteutus NANDeilla)

Tehtävä 5...

Esitä, kuinka kuvan XOR:n korvike voidaan toteuttaa 74HC00 piirillä. Siis mitä pitää kytkeä mihinkin 74HC00 piirin pinniin? Luettele jokaisen pinnin kytkentä vastauksessasi. Varmaan edellistä kohtaa voi tässä hyödyntää... ja tarinan opetus on että samoin toimivia logiikoita voidaan toteuttaa monin eri kytkennöin... mitä nyt milloinkin hyllystä löytyy, tai halutaanko pärjätä vain tietynlaisella porttipiirillä.

Tehtävä 6. Tutustuminen binäärilaskuriin (jollaista testataan sitten labratyönä)

Tutustu 74HC163 piirin datalehteen ja selvitä, millä ehdoilla piiri saadaan laskemaan sekvenssiä 0000, 0001, 0010, ..., 1111, 0000, 0001, ...

- Mitä pitää olla millekin navalle syötettynä, jotta laskuri suorittaa laskemista?
- Miten laskuri saadaan nollattua?
- Miten laskurille voidaan asettaa aluksi haluttu binääriluku nollasta poikkeavaksi?
- Miten laskuri saadaan pysäytettyä niin että sen tila output säilyy ennallaan?
- Mitä tapahtuu jos kaksi laskuria ketjutetaan ja ensimmäisen laskurin TC kytketään toisen laskurin CET-napaan?

Kannattaa tutustua datalehteen ja varsinkin selvittää komponentin pinnien toimintaa kuvaajasta, jossa on esitettynä tyypillinen käyttötilanne ”oskilloskooppinäkymänä”. Tähän liittyen oli tietoa ja videoita jo aiemmin materiaalissa...

Labraharjoitus 1. Mittalaitteet, kytkeminen ja porttipiireihin tutustuminen

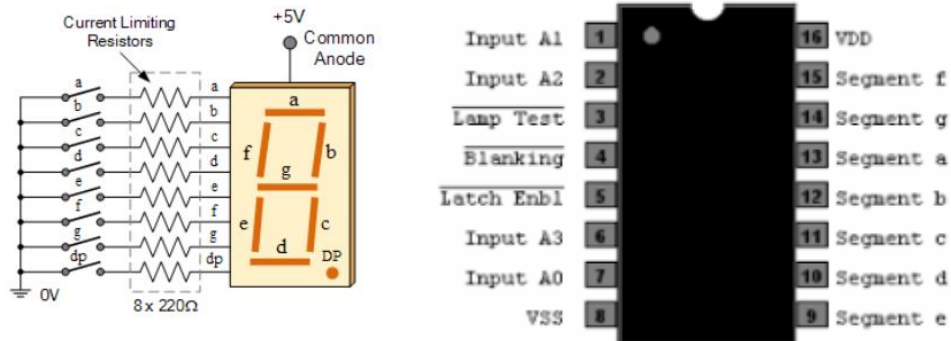
- Labraharjoituksia 1 - 4 tehdään niin pitkälle kuin kukin ryhmä kykenee. Edistymisen perusteella saa kuittauksia tehtävälstaan ja siten se vaikuttaa arvosanaan.
- Labratyöt ovat siis ryhmäkohtaisia, mutta onnistuneet toteutukset kuitataan jokaisen henkilökohtaiselle listalle. Pyydä opettaja paikalle kun olet valmis esittelemään toimivan kokonaisuuden. Aivan kaikkia ei opettajan tarvitse kuitata, riittää että "valvonta on riittävä". Jos siis saat homman valmiiksi ja opettaja ei ehdi paikalle niin nappaa varalta kuvanäkymät talteen, lisää matkaan muutamat omat havainnot ja siirry seuraavaan tehtävään.
- Kannattaa tutustua etukäteen labraharjoituksiin sikäli, että osan tehtävistä voi tehdä jo etukäteen ja tällöin labra-ajan saa käytettyä tehokkaasti hyödyksi. **1. labraohjeessa on myös teoreettinen tehtävä, joka kannattaa tehdä jo etukäteen niin jää paremmin aikaa mitata.**
- **Tehtävänanto on erillisessä tiedostossa**, kuten muissakin labraharjoituksissa Dropbox-linkissä, joka on kansilehdellä annettu: "labra_ohje_1_syksy2017_v01.docx"
- Ohjeessa on annettuna linkki, jonka nyt tähänkin laitan tarjolle: Arduino tuottaa porttipiirille käyttäjännitteen, sekä pulssitettuna porttipiirin syötöt A ja B. Arduino myös mittaa keskeytyksellä toteutettuna 3-kanavaisesti porttipiirin syöttöjä ja ulostulo-jännitettä.
 - Video: <https://youtu.be/yPyKq1lTtqM>
 - Arduino-koodi Dropboxissa:



Arduino_Mittaus3D_keskeytyksella_2kanavasyotto.ino

Labraohjeet 2 - 4

- Labraohje 2: Porttipiirien mittaaminen ja valaistuslogiikan suunnittelu ja toteutus perus-porttipiireillä. Dropbox:
- Labraohje 3: 7-segmenttinäyttö ja dekooderi



- Labraohje 4: Laskuri ja elektroninen noppa.
HUOM! Tutustu laskuripiirin ominaisuuksiin jo etukäteen (Harjoitus 6)!

[labra_ohje_1_liite_Oskilloskooppimittauksia.pdf](#)

[labra_ohje_1_syksy2017_v01.docx](#)

[labra_ohje_2_syksy2017_v01.docx](#)

[labra_ohje_3_syksy2017_v01.docx](#)

[labra_ohje_4_syksy2017.docx](#)