

Robottiauto

TTZC0500 Digitaalitekniikka



Jonne Okkonen
TTV18S3



Joonas Niinimäki
TTV18S3



Heikki Pekkarinen
TTV18S3

Harjoitustyö 1

Digitaalitekniikka, Matti Mieskolainen

14.2.2019

Tekniikan ja liikenteen ala

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Projektin komponentit.....	2
3	Totuustaulu	3
4	KytKentäkaavion funktio.....	5
5	Piirikaavio	6
6	KytKentäkaavio.....	8
7	Juotos.....	10
8	Laadunvalvonnan testaus	12

Kuviot

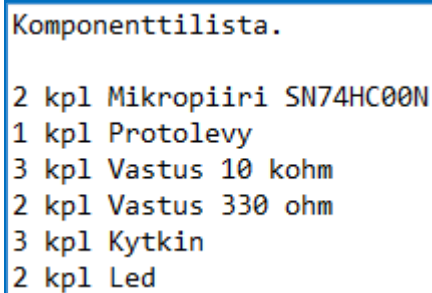
Kuvio 1 Komponenttilista	2
Kuvio 2 KytKimen pinout kaavio	3
Kuvio 3 Projektin haasteena toiminut rata	3
Kuvio 4 Esimerkki totuustaulusta	4
Kuvio 5 Projektissa käytetty totuustaulu	5
Kuvio 6 Projektissa käytetyt lausekkeet.....	6
Kuvio 7 Piirtolevyn merkintätavat.....	6
Kuvio 8 Piirilevyn suunnittelussa käytetty Logisim -ohjelma	7
Kuvio 9 Projektin piirikaavio Logisim-ohjelmalla	7
Kuvio 10 KytKentäkaavion lyijykynäluonnostelma.....	8
Kuvio 11 Draw.io:lla piirretty kytKentäkaavio	9
Kuvio 12 Komponentit piirikuvalle	10
Kuvio 13 Piirilevyn alapuoli ennen lankojen juottamista.....	10
Kuvio 14 Piirilevyn alapuoli lankojen juottamisen jälkeen.....	11
Kuvio 15 Piirilevy valmiina testattavaksi	11
Kuvio 16 KytKentöjen testaamista	12
Kuvio 17 Virrankäyttö ongelman aikana	12
Kuvio 18 Virrankäyttö 1 ledin palaessa	13
Kuvio 19 Virrankäyttö 2 ledin palaessa	13

1 Johdanto

Tehtävässä oli rakentaa robottiauton ohjauksen virtapiiri ja robottiauton tehtävä oli selvittää radasta. Tehtävä oli rajoitettu komponenttilistaan (kuvio 1). Tehtävässä selvitettiin, miten totuustaulukko luodaan, miten se käännetään käytettävään tietoon, miten virtapiirikaavio luodaan ja miten virtapiiriin rakennetaan virtapiirikaavio-suunnitelman mukainen virtapiiri.

2 Projektin komponentit

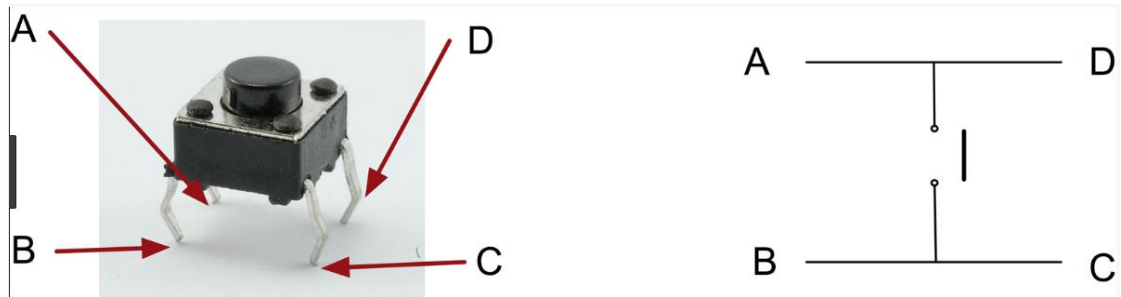
Projektissa oli käytössä 2kpl SN74HC00N mikropiirejä, protolevy, 3kpl 10 kilo- ohmin vastuksia, 2kpl 330 ohmin vastuksia, 3kpl kytkin, 2kpl led valoja, 2pkl 7-mikropiirienkantoja.



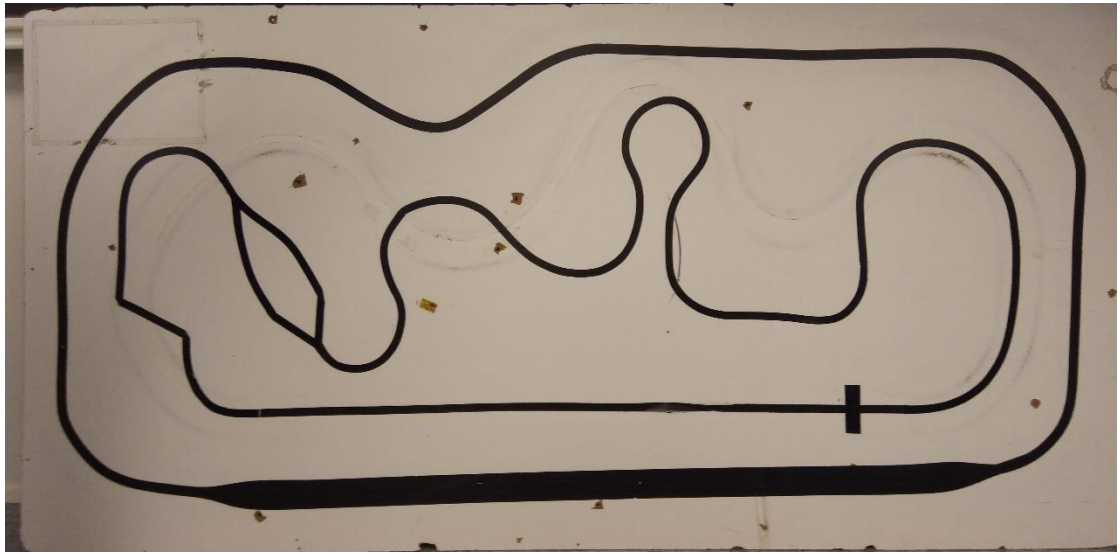
```
Komponenttilista.  
2 kpl Mikropiiri SN74HC00N  
1 kpl Protolevy  
3 kpl Vastus 10 kohm  
2 kpl Vastus 330 ohm  
3 kpl Kytkin  
2 kpl Led
```

Kuvio 1 Komponenttilista

Näiden komponenttien perusteella myös otettiin selvää, millaiset vaatimusmääritte- lyt olivat ja mitä mahdollisia muuttujia on otettava huomioon. Tämä vaati myös ym- märtystä komponenttien rakenteesta ja toimintaperiaatteista.



Kuvio 2 Kytkimen pinout kaavio



Kuvio 3 Projektin haasteena toiminut rata

3 Totuustaulu

Työn ensimmäisessä vaiheessa luotiin ns. totuustaulu (truth table), jossa esitetään kaikkien muuttujien arvoyhdistelmät ja funktioiden ja funktioiden vastaavat arvot. Tämä merkitään merkintätavalla A, B ja C funktioilla, jotka asetetaan D ja E tauluun. Merkki Booleanin arvo = 1, eli tosi merkitsee, että kun ehto täyttyy, funktio tekee jotain. Kun merkki Booleanin arvo = 0, eli epätosi, niin silloin funktio tekee jotain.

sensor inputs				
A	B	C	Output	
0	0	0	0	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	$\overline{A}BC = 1$
1	0	0	0	
1	0	1	1	$A\overline{B}C = 1$
1	1	0	1	$AB\overline{C} = 1$
1	1	1	1	$ABC = 1$

Kuvio 4 Esimerkki totuustaulusta

Projektin totuustaulussa A, B ja C merkkää robottiauton pohjassa olevia sensoreita, D ja E merkkää robotti-autojen renkaille voimaa jakavia moottoreita. A = 1 jos vasen sensori havaitsee radan ja A = 0 jos ei, B = 1 jos keskimmäinen sensori havaitsee radan ja B = 0 jos ei, C = 1 jos oikea sensori havaitsee radan ja C = 0 jos ei. D merkitsee vasenta moottoria, jos se saa arvon 1, sille ohjataan virtaa ja E vasenta moottoria ja toimii samalla periaatteella kuin D.

Mikäli A (vasen) havaitsee radan (1 = tosi), arvot B ja C eivät havaitse rataa (0 = epätosi), eli auto havaitsee radan kääntyvän vasemmalle, ohjataan E (oikea moottori) virtaa eli se saa tosi arvon 1, ja D (vasen moottori) saa arvon = 0, eli epätosi. Silloin E (oikea moottori) saa virtaa ja D (vasen moottori) ei tee mitään.

Sama periaate toimii myös oikealla ajettaessa, paitsi sensorit A ja B saavat arvon 0, C sensori saa arvon C = 1, silloin virtaa ohjataan D (vasen moottori = 1) ja E (oikea moottori = 0) ei tee mitään. Mikäli rata jatkuu suoraan, eli sensori B saa arvon 1, A ja C saa arvon 0, A ja C saavat arvon 1 ja B = 0, tai kun kaikki A, B ja C saavat arvon 1, ohjataan virtaa kummallekin D ja E moottorille, eli robottiautoa ohjeistetaan menemään suoraan niin kauan, kun ehto toteutuu.

A	B	C	D	E
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	x	x
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	x	x
1	1	1	1	1

Kuvio 5 Projektissa
käytetty totuustaulu

Toisin sanoen selkokielellä suunnitteluperiaatteena on, että jos robottiauto havaitsee kaartumisen oikealle, sen tarvitsee saada virtaa vasempaan moottoriin kääntyäkseen oikealle ja jos se havaitsee radan kääntyvän vasemmalle, virtaa ohjataan ainoastaan oikeaan moottoriin oikealla kääntyäkseen. Jos rata jatkuu suoraan, ohjataan virtaa kumpaakin moottoriin, jotta moottorit työntävät autoa eteenpäin.

4 Kytkentäkaavion funktio

Kytkentäkaavio hyödyntävät totuustaulun esittämiä vaatimustarpeita kaavion luonnissa. Kytkentäkaaviot perustuvat kolmeen perusmalliin: Ja (AND), Tai (OR) ja Ei (NOT) --NOT) kaaviot. Kaavio esitetään perusfunktioden lausekkeena, jotka sijoitetaan sovellettuihin muuttujiin. Myös eri lausekkeet voivat kuvata samoja funktioita ja samaa funktiota esittävät taulukot voivat olla monimutkaisempia kuin toiset. Näitä voidaan kutsu optimoinniksi ja redundanssin vähentämiseksi.

Ja funktiolla (merkitään F-merkillä) on vähintään kaksi muuttujaa, ja se saa arvon 1 silloin kun kaikki sen muuttujat A, B ja C saavat arvon 1. Muussa tapauksessa F saa arvon = 0. Symbolina käytetään yleisimmin ' (piste)' – merkillä, mutta muita mahdollisia käytettyjä symboleita on esimerkiksi &, ^ ja \wedge . Ja-funktiota kutsutaan myös muuttujiensa loogiseksi tuloksi.

Tai (OR) – funktiossa on vähintään kaksi muuttujaa. Funktio saa arvon 1 kun vähintään yksi sen muuttujista saa arvon 1 ja 0 kun kaikki sen muuttujat saavat arvon 0. Tai-funktiossa operaattori merkitään '+' merkillä ja sitä nimitetään myös muuttujensa loogiseksi summaksi.

Ei-funktio on yhden muuttujan funktio. Se saa arvon 1 kun sen muuttuja saa arvon 0, ja funktio saa arvon 0 kun sen muuttuja saa arvon 1. Ei funktion operaattori on mm. 'A'-merkillä, jonka päällä on viiva '. Muita merkintötapoja on myös '!A', 'A'' ja 'A*'.

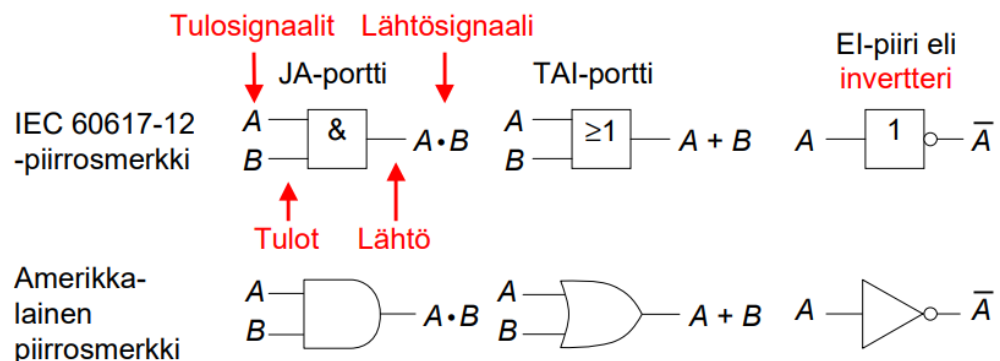
Lausekkeet.txt

```
1 Output D:  $\sim(A \sim(C \cdot C))$ 
2 Output E:  $\sim(\sim(B \cdot B) \sim(A \sim(C \cdot C)))$ 
```

Kuvio 6 Projektissa käytetyt lausekkeet

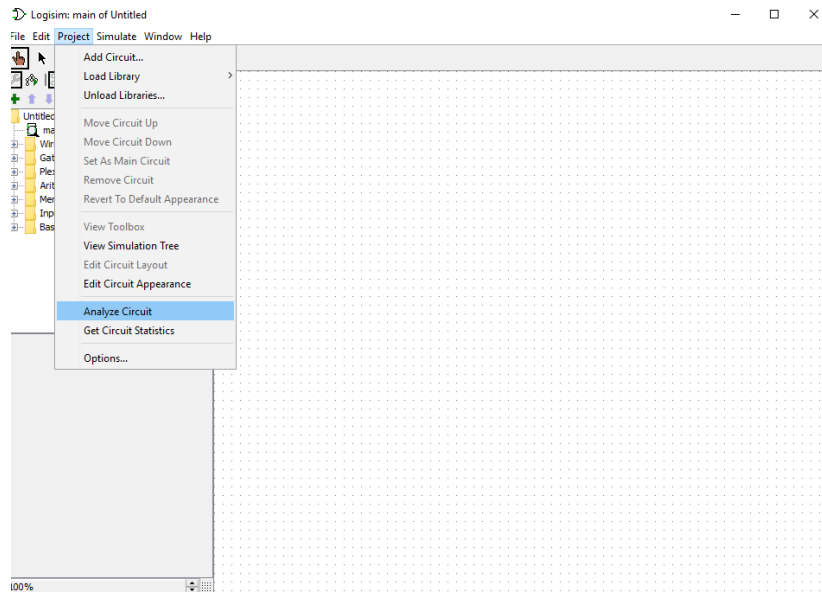
5 Piirikaavio

Edellä mainituilla funktiolla on kuillakin oma porttipiirre (Gate). Kyt Kentäfunktio toteutetaan peruspiiriyhdistelmänä käytetyn lausekkeen pohjata ja se esitetään piirikaaviolla (circuit diagram, schematic). Jokaista eri perusporttipiirrettä esittää oma piirrosmerkki (symbol). Kansainvälisen IEC-standardin 60617-12 mukaiset ja perinteiset amerikkalaiset piirrosmerkit ovat vastaavanlaisia.

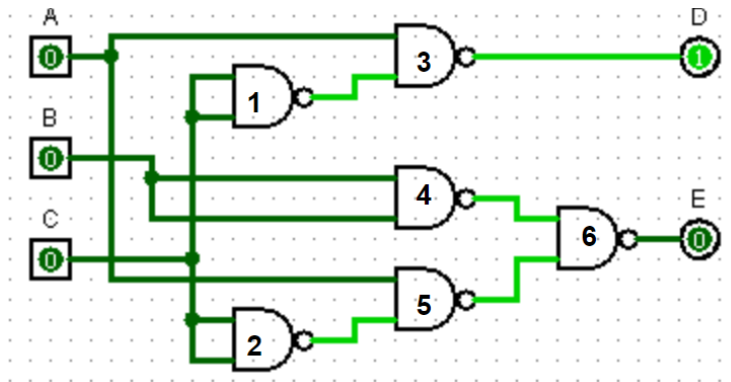


Kuvio 7 Piirtolevyn merkintätavat

Piirikaavio kuvaa piirin tai laitteen osat, eli komponentit (component) symboleina ja kytkennät signaaliviivoina. Projektissa käytettiin Draw.io -ohjelmaa piirtämään funktioiden perusteella käytetty piirtokaavio.



Kuvio 8 Piirilevyn suunnittelussa käytetty Logisim -ohjelma



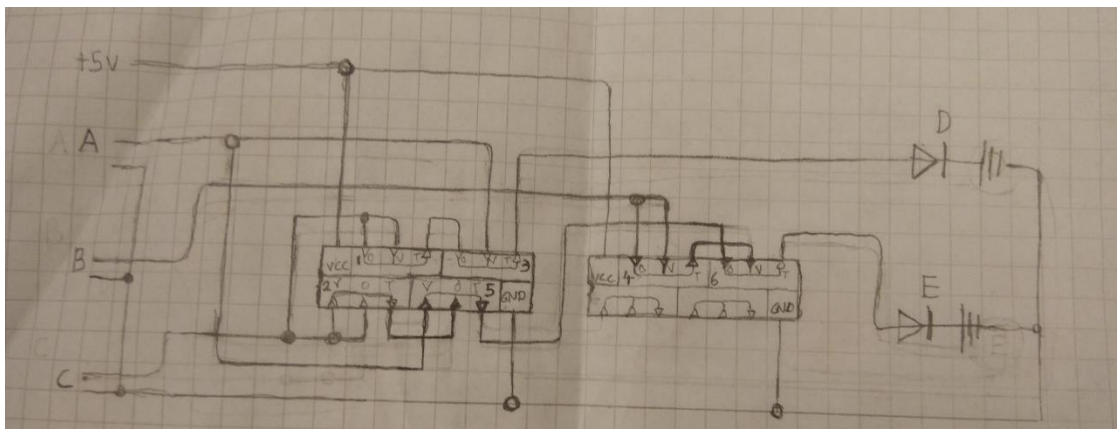
Kuvio 9 Projektin piirikaavio Logisim-ohjelmalla

Projektissa syötettiin totuustaulukko Logisim-ohjelmaan, se luo automaattisesti syötteestä piirikaavion. Sen avulla voitiin myös diagnisoida ongelmia projektin työstövaiheessa.

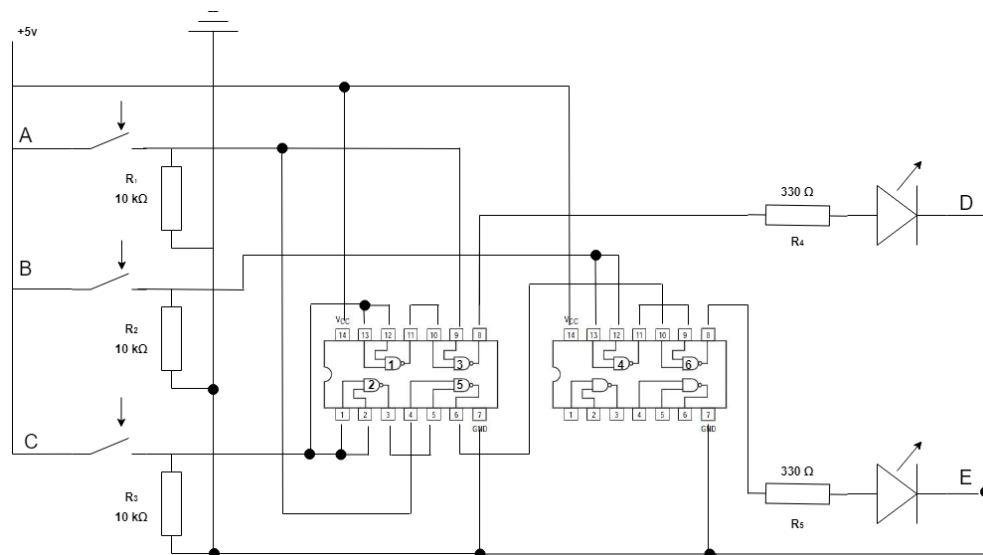
6 Kytkentäkaavio

KytKentäkaavio on laitteen komponentteja ja kytkentöjä kuvaava kaavio, joka vastaa mahdollisimman tarkkaan itse fyysisen laitteen rakennetta. Kaavion luonnostelma tehtiin lyijykynäluonnoksena nopeuden ja helpon muunneltavuuden takia. Lopullinen kaavio tehtiin Draw.io:lla. Alkuun harkinnassa oli kaavio, jossa NAND (NOT AND) -piirit olivat rinnakkain, toisin sanoen rinnakkaiskytkentä. Lopuksi kuitenkin päädyttiin pohjalevyn vaakasuuntaisia kytkentöjä suosineen rakenteen vuoksi versioon, jossa NAND-piirit ovat peräkkäin, eli sarjakytkentään.

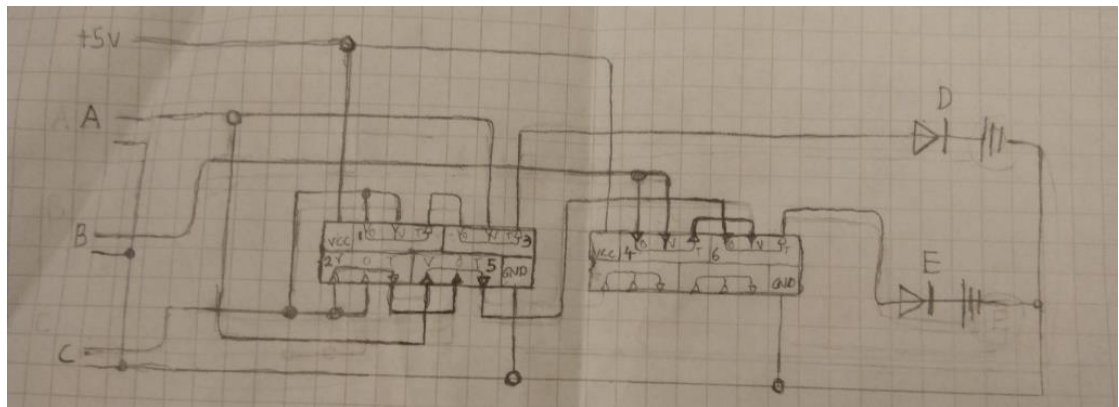
KytKentäkaaviota suunnitellessa pyrittiin mahdollisimman selkeään rakenteeseen, jossa ristikkäin menevien kytkentöjen määrä on minimoitu. Kytkentöjen asettelua suunnitellessa logiikkana oli se, että kytkentöjen järjestys kytkentäkaaviolla vasemmalta oikealle vastaisi mahdollisimman tarkkaan piirikaavion rakennetta, jolloin kytkentöjen oikea logiikka on helppo tarkistaa.



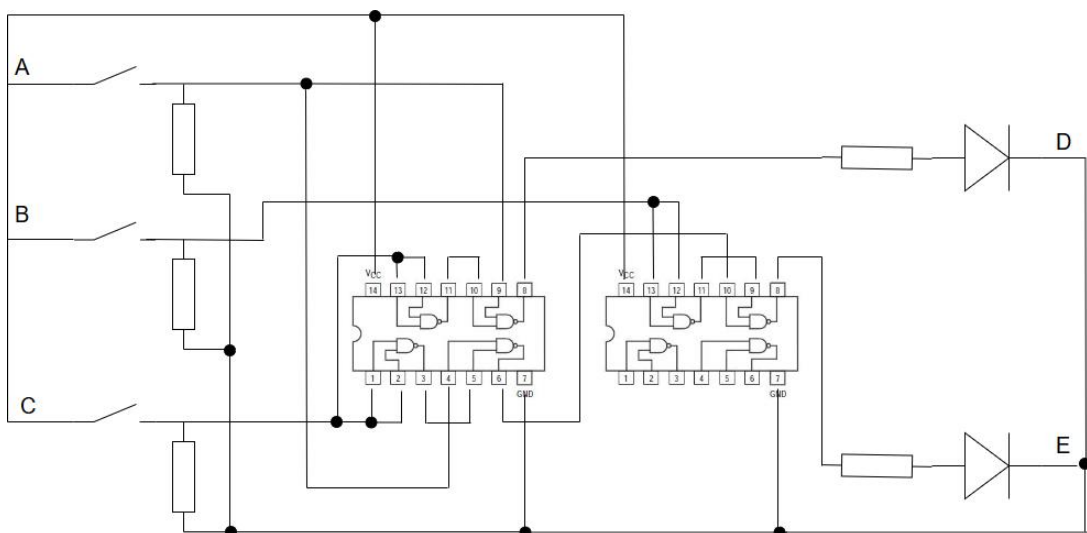
Kuvio 10 Kytkentäkaavion lyijykynäluonnostelma



Kuvio 10: Draw.io:lla piirretty kytkentäkaavio.

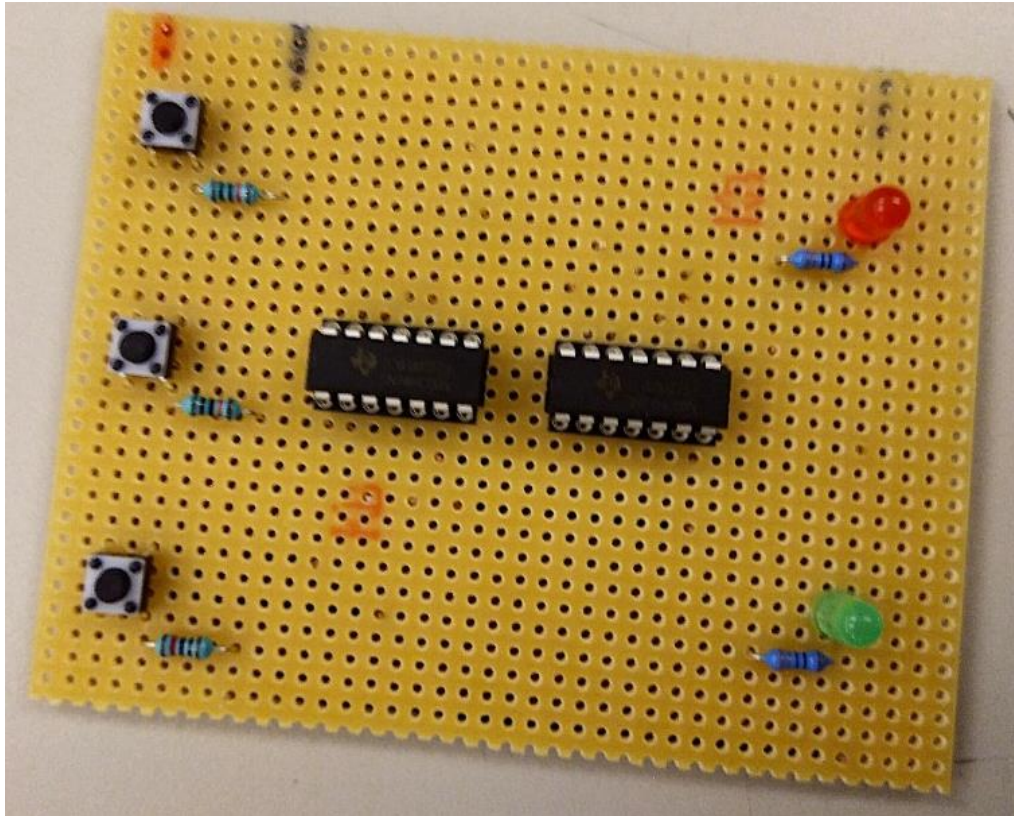


Kuvio 9: Kytkentäkaavion lyijykynäluonnostelma.

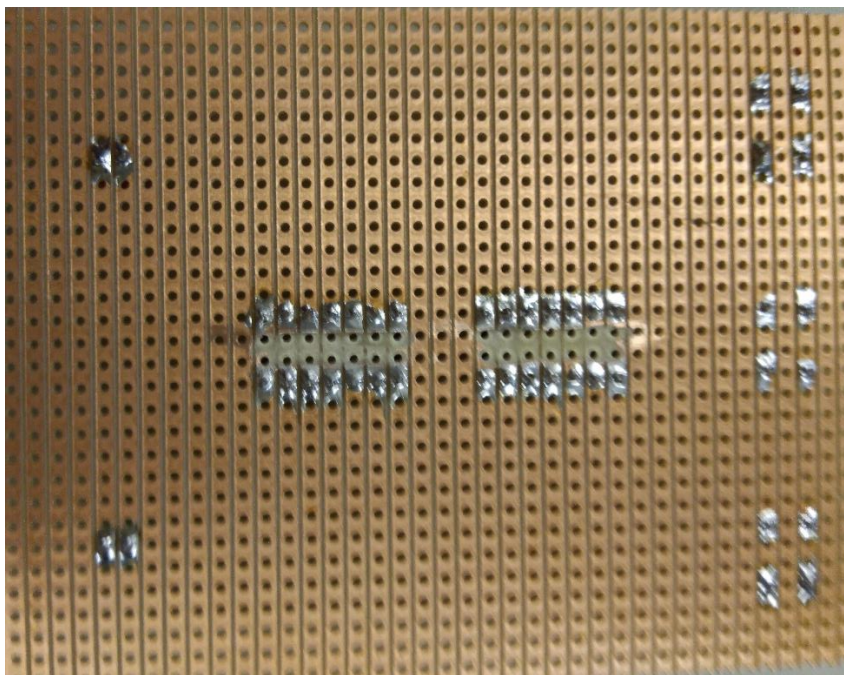


Kuvio 11 Draw.io:lla piirretty kytkentäkaavio

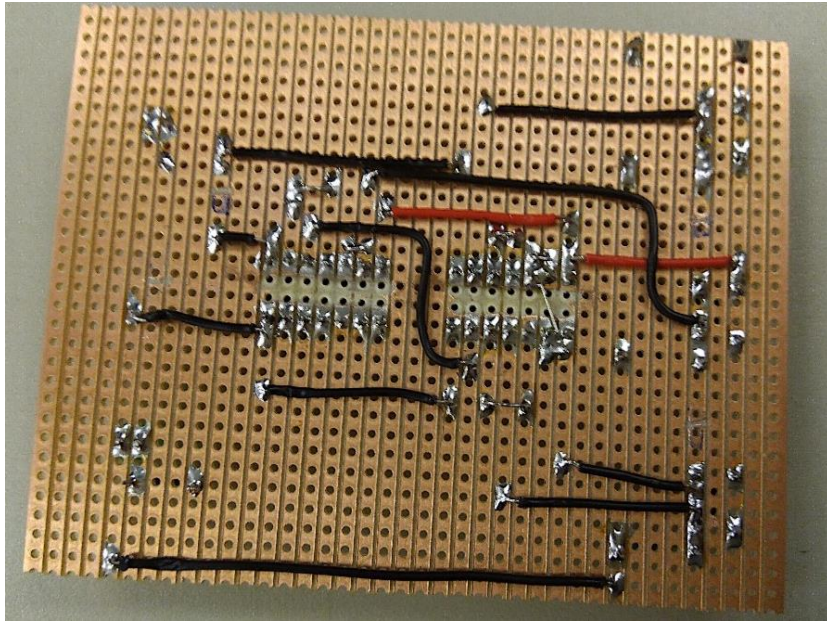
7 Juotos



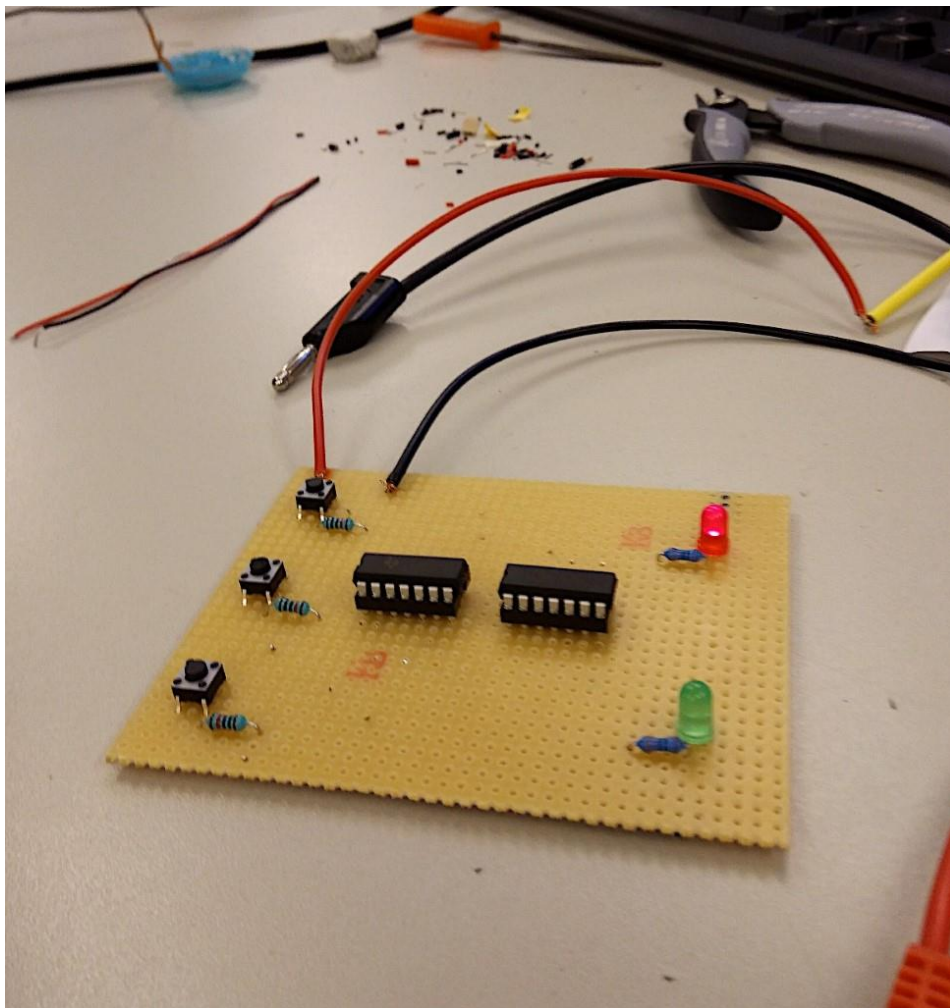
Kuvio 12 Komponentit piirikuvalla



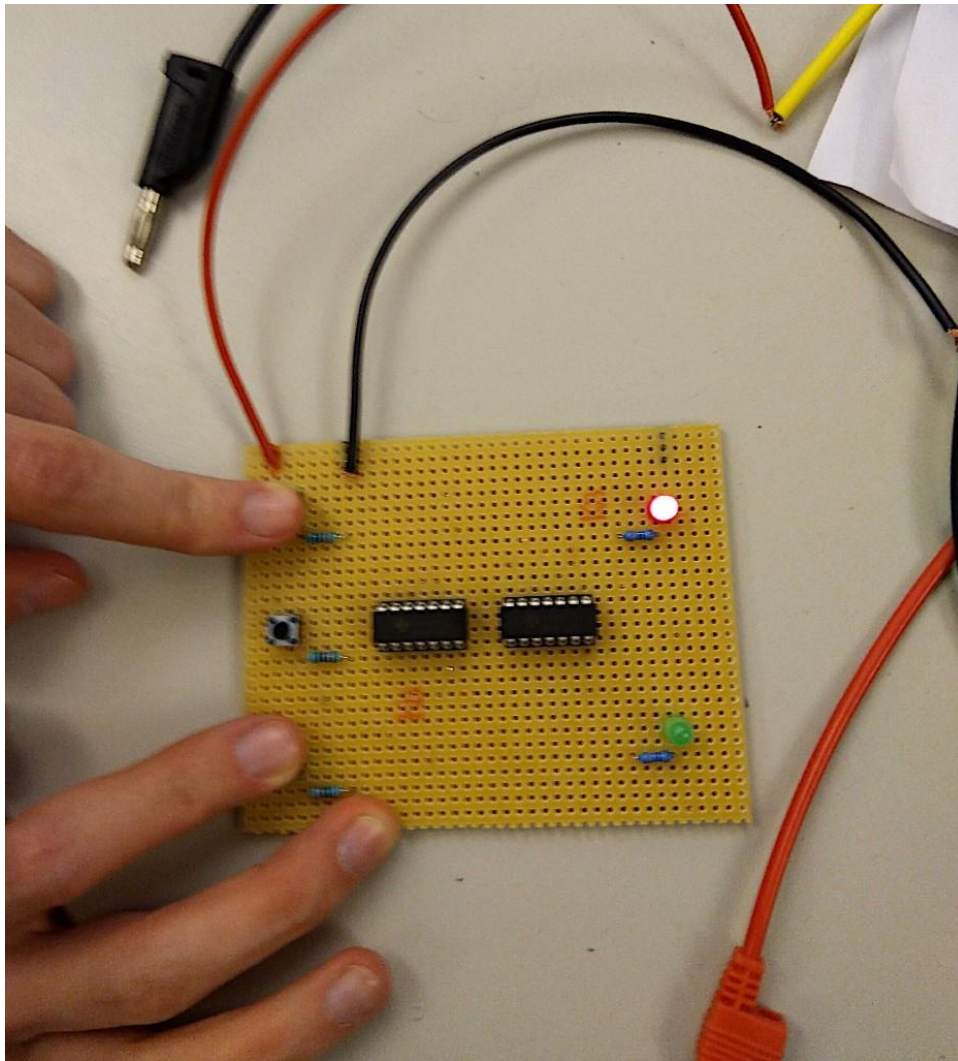
Kuvio 13 Piirilevyn alapuoli ennen lankojen juottamista



Kuvio 14 Piirilevyn alapuoli lankojen juottamisen jälkeen



Kuvio 15 Piirilevy valmiina testattavaksi



Kuvio 16 Kytcentöjen testaamista

8 Laadunvalvonnan testaus

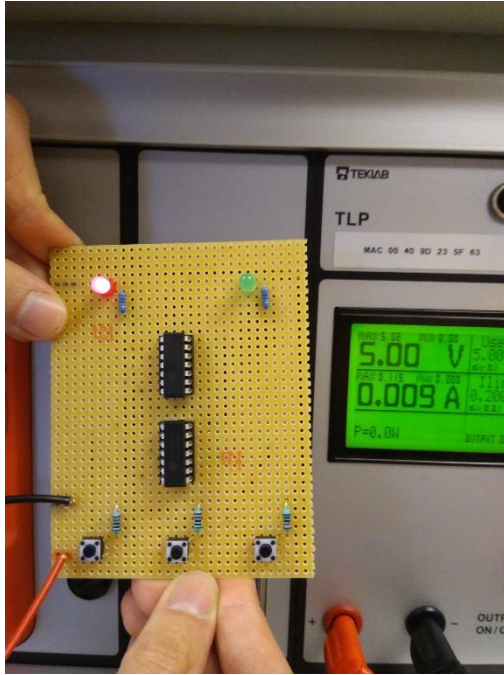
Seuraavaksi työn laatua alettiin testata. Prosessissa huomasimme ongelmia. Nappeja painellessa ledit eivät syttyneet siinä järjestyksessä kuin piti, eli jossain kohtaa oli oltava virhe. Korkea virrankäyttö myös viittasi siihen, että jossain oli oikosulku.



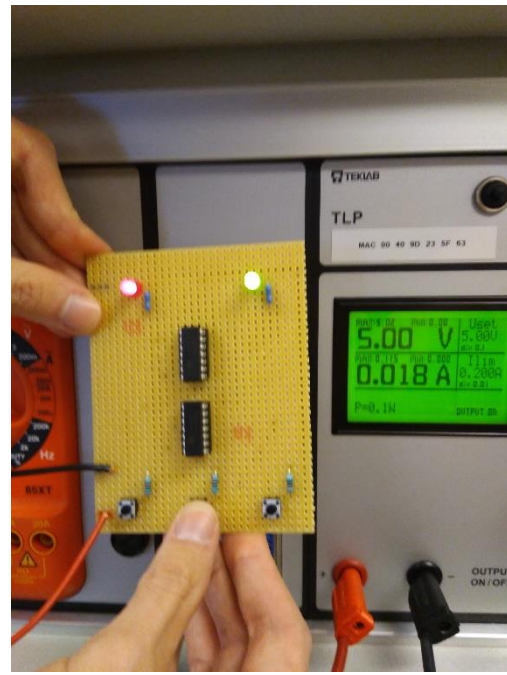
Kuvio 17 Virrankäyttö ongelman aikana

Kaksi tuntia mitattiin virtaa ja selvitettiin missä kohti virhe löytyi. Huomasimme, että toisen mikropiirin positiivisen navan juotos oli huonolaatuinen. Toivoimme ongelman ratkeavan tällä, mutta huomasimme, että löysimme uuden ongelman.

Hetken pohdiskelun jälkeen puhdistimme levyn ja ongelma ratkesi. Tulimme siihen tulokseen, että siellä on ollut pienenpieni kuparihippu jossain piirilevyssä häiritsemässä sähköliikennettä.



Kuvio 18 Virrankäyttö 1 ledin palaessa



Kuvio 19 Virrankäyttö 2 ledin palaessa

Raportti katselmoitu 14.2.2019 Matin kanssa. Arvosanaksi annettiin raportista 1+ ja piirilevystä 1 eli harjoitustyö 1 arvosanaksi tuli 2.