



Šolski center Celje

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

KRMILJENJE ŽELEZNIŠKEGA PREHODA

raziskovalna naloga

Avtor:

Boris Hrastnik, E-4.c

Mentor:

Gregor Kramer, univ. dipl. inž. ele.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2011

KAZALO

1. POVZETEK.....	5
2. UVOD.....	6-13
2.1. Raziskovalni problem.....	6-11
2.2. Teze/Hipoteze.....	12
2.3. Opis raziskovalnih metod.....	13
3. OSREDNJI DEL.....	14-33
3.1. Predstavitev rezultatov raziskovanja.....	14-32
3.1.1.1. Vezje za železnico.....	14-16
3.1.1.2. At89c2051.....	16-18
3.1.1.3. Bs170.....	18
3.1.2.1. Ura.....	19-22
3.1.2.2. Atmega8.....	23-25
3.1.2.3. Čip7447.....	26
3.1.3. Napajanje.....	27
3.1.4. Maketa.....	28-32
3.2. Razprava.....	33
4. ZAKLUČEK.....	34
5. VIRI IN LITERATURA.....	35
6. ZAHVALA.....	36

1.2. KAZALO SLIK

Slika1: Plakat akcije:»Ustavi se. Vlak se ne more«.....	6
Slika2: Plakat akcije:»Stop! Prednost ima življenje.«.....	7
Slika3: Prometna nesreča.....	8
Slika4: Nezavrovan železniški prehod z Andrejevim križem in stop znakom.....	8
Slika5: Mehanske zapornice.....	8
Slika6: Mehanske zapornica mehanizacija.....	9
Slika7: Mehanizacija.....	9
Slika8: Železniški prehod v Laškem (avtomatska varnostna naprava z zoprnicami).....	10
Slika9: Zapornice in varnostne utripalke.....	10
Slika10: Aktivirana avtomatska varnostna naprava.....	11
Slika11: Varnostne utripalke in spuščanje zapornice.....	11
Slika12: Testiranje programa za železniški prehod na testni plošči.....	14
Slika13: Tiskano vezje za železniški prehod narisano v eagle.....	15
Slika14: Izdelano tiskano vezje.....	15
Slika15: Shema vezja za železniški prehod.....	16
Slika16: Prikaz at89c2051 čipa.....	16
Slika17: Blokovna shema čipa at89c2051.....	17
Slika18: Prikaz BS170.....	18
Slika19: Simbol BS170.....	18
Slika20: Tiskano vezje za uro narisano v eagle.....	19
Slika21: Narejeno tiskano vezje za uro.....	20
Slika22: Dokončno izdelano tiskano vezje.....	20
Slika23: Shema vezja za uro.....	21
Slika24: Prikaz čipa atmega8.....	23
Slika25: Blok shema atmega8.....	25

Slika26: Prikaz 7447.....	26
Slika27: Shema 7447.....	26
Slika28: Tiskano vezje za napajalnik narisano v eagle.....	27
Slika29: Narejeno tiskano vezje za usmernik.....	27
Slika30: Osnutek makete1.....	28
Slika31: Osnutek makete2.....	28
Slika32: Pobarvana maketa.....	29
Slika33: Maketa izdelava1.....	29
Slika34: Maketa izdelava2.....	30
Slika35: Maketa izdelava3.....	30
Slika36: Izdelana maketa.....	31
Slika37: Maketa zapornice.....	31
Slika38: Maketa semafor železnica.....	32

1.3. KAZALO TABEL:

Tabela1: Število prehodov in nezavarovanih prehodov od 2000-2009.....	7
Tabela2: Koledar razsvetljav.....	22

1 POVZETEK

V raziskovalni nalogi predstavljam problematiko nivojskih železniških prehodov in možne rešitve z namenom povečevanja varnosti udeležencev v prometu. Raziskovalna naloga je sestavljena iz teoretičnega dela in praktičnega dela. Naredil sem maketo v kateri sem predstavil primer železniškega prehoda in utemeljil elemente, ki zagotavljajo varnost in zanesljivo delovanje. Vodenje prehoda in razsvetljave je izvedeno z mikrokontrolnikom, programiranim v okolju Bascom 8051 in Bascom AVR.

2 UVOD

2.1 Opis/predstavitev raziskovalnega problema

Raziskovalne naloge pod to temo sem se lotil, da bi našel čim ugodnejše, preprostejše in predvsem varne rešitve problema železniškega prehoda. Saj je na železniških prehodih, kljub temu, da so zavarovani, preveč nesreč in tudi smrtnih žrtev. V zadnjih letih se tudi Ministrstvo za promet ukvarja s to problematiko. Na primer letošnja akcija »Ustavi se. Vlak se ne more« (14. do 28. Februarja 2011) (slika1). Ta akcija vključuje medijsko podporo, bilo je petnajst predavanj, na različnih lokacijah so razdeljevali zgibanke, vključevala pa je tudi policijski nadzor, inšpekcijski nadzor naprav na prehodih in najbolj učinkovito dodatno prometno signalizacijo. Leta 2009 so začeli akcijo s sloganom: »Stop! Prednost ima življenje.« (Slika2). S to akcijo so nameravali zmanjšati nevarnost na prehodih. Podatki iz Ministrstva za promet pravijo, da se je v zadnjih 16 letih na nivojskih prehodih ceste čez železniško progo zgodilo 646 nesreč, v katerih je umrlo 147 oseb oziroma v povprečju devet na leto, kar je po mojem mnenju mnogo preveč. Za žrtve ni kriva samo napake v sistemu ampak tudi ljudje sami in to tisti, ki ne upoštevajo signalizacije. Leta 2009 je v prometnih nesrečah na železniških prehodih umrlo 7 ljudi, kar je 4,1 odstotka vseh umrlih v prometnih nesrečah (slika3). Večina nesreč se zgodi na nezavarovanih prehodih, visok pa je tudi odstotek nesreč na zavarovanih železniških prehodih, kar 20 %.



Slika1: Plakat akcije:»Ustavi se. Vlak se ne more«



Slika2: Plakat akcije:»Stop! Prednost ima življenje.«

Ministrstvo promet je v teh akcijah sodelovalo z policijo, kar pa ni dolgoročna rešitev, ker policija ne more biti ves čas na preži na železniških prehodih.

December leta	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Število prehodov	1018	1006	988	976	974	972	966	944	932	913
Nezavarovani %	71%	69%	67%	67%	67%	66%	66%	65%	64%	63%
Število nezavarovani	725	691	661	651	648	638	637	610	599	573

Tabela1: Število prehodov in nezavarovanih prehodov od 2000-2009

V Sloveniji je 913 nivojskih prehodov cest preko železniških progo. Od tega jih je 340 to je 37 % zavarovanih s tehničnimi sredstvi, 573 ali 63% pa nezavarovanih(slika4). Železniški prehodi so zavarovani v 8 primerih z zapornim brunom, to je zaprt prehod, ki se uporablja občasno, in sicer ob navzočnosti čuvaja, na 26 so postavljene mehanske zapornice(slika 5, 6,7), 23 jih je varovano s svetlobnim cestnim signalom in 283 je opremljenih z avtomatsko varnostno napravo z zopnicami(slika8,9,10,11). Da pa bi se pa izognili tega problema, Slovenske železnice zmanjšujejo število železniških prihodov, kar pa je tudi optimalna rešitev. Število železniških prehodov poskušajo zmanjšati z podvozi, nadvozi, združevanji cest ali zapiranje nepomembnih prihodov. Če pa ni druge možnosti pa se uredijo avtomatske zapornice. V letu 2010 naj bi zavarovali nivojske prehode, ki so do zdaj zavarovani zgolj z Andrejevim križem z novo varnostno napravo in zapornicami, teh naj bi bilo 8. Z zamenjavo mehanskih zapornic in dodajanjem avtomatskih zapornic bi skupaj s cestnimi svetlobnimi signali zavarovali prehode. Leta 2010 je država Slovenija za ureditev železniških prehodov namenila milijon evrov.



Slika3: Prometna nesreča



Slika4: Nezavrovan železniški prehod z Andrejevim križem in stop znakom



Slika5: Mehanske zapornice



Slika6: Mehanske zapornica mehanizacija



Slika7: Mehanizacija



Slika8: Železniški prehod v Laškem (avtomatska varnostna naprava z zapornicami)



Slika9: Zapornice in varnostne utripalke



Slika10: Aktivirana avtomatska varnostna naprava



Slika11: Varnostne utripalke in spuščanje zapornice

2.2 Teze/Hipoteze:

- Železniški prehod ima avtomatske zapornice
- Delovanje avtomatike je zanesljivo
- Prehod ima izvedeno učinkovito razsvetljavo in signalizacijo prihoda vlaka

2.3 Raziskovalna metoda

Pri raziskovanju sem najprej pregledal stanje železniških prehodov v bližini mojega doma in v okolici Celja. Prehodi so večinoma avtomatski ali pa je rešitev izvedena s podvozom.

Za primere avtomatizacije lokacij na katerih še ni izvedena avtomatska zapornica sem izdelal programsko aplikacijo in model prehoda s pripadajočo opremo. Model deluje na osnovi mikrokrmilnika at89c2051 (slika16), ki je med cenejšimi. Mikrokrmilniki so poceni in hitra rešitev za avtomatizacijo, je pa vprašljiva njihova zanesljivost in stabilno delovanje na daljši rok. Dražja in zanesljivejša možnost je realizacija s programirljivimi krmilniki. Posebno pozornost sem namenil osvetljevanju prehoda kjer sem v modelu predvidel uro(slika22), ki sem jo naredil z mikrokrmilnikom atmega 8 in svetlobno odvisnim uporom.

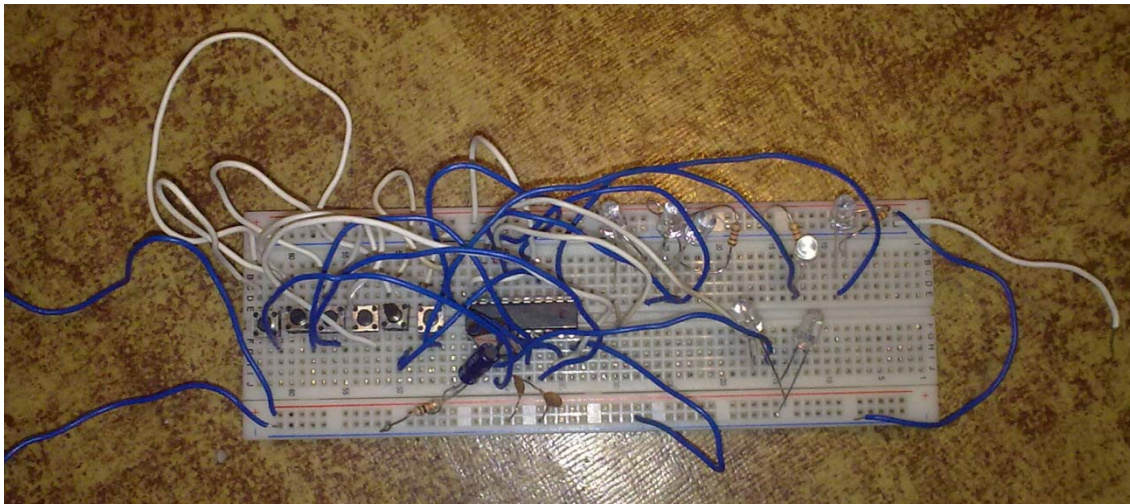
3 OSREDNJI DEL

3.1. Predstavitev rezultatov raziskovanja:

Zvedel sem, da ja večina železniški prehod z avtomatsko varnostno napravo z zoprnici narejen na enakem principu in ta je, da senzor zazna vlak in proces se začne delovati in dvigovati zapornice. Odločil sem se izpusti senzorje, saj so senzori dokaj dragi. Zato sem prihod in odhod vlaka prikazal z 4 končnimi stikali, če vlak prihaja iz desne strani se ob enakem času aktivirata desni končni stikali. Dve končni stikali pa sem uporabil zaradi tega, če bi nekdo stopil na tire, nebi aktiviral procesa. Te stikali bi morali delovati na težo, saj drugače bi lahko nekdo sam aktiviral proces. Stikali zaženejo časovnik, ki šteje prej določen čas v katerem mora vlak prevoziti levi končni stikali. Če vlak prevozi levi stikali in časovnik je tekel nazadnje, se prežge rdeča luč za vlak, zapornice se dvignejo, nehajo utripati varnostne utripalke in za cesto se prižge zelena luč. Da je prehod vedno dobro viden, osvetljen in varen, sem modelu dodal mestno razsvetljavo. Le ta se aktivira od določenem času (19.00 in ugasne 7.00) seveda pa se lahko med dnevom zaradi nevihte zmrači ali pa letni časi so krajši dnevi zato se lahko razsvetljava prehoda aktivira tudi z svetlobnim senzorjem, za maketo sem uporabil svetlobno odvisni upor LDR. Za prikaz časa in pošiljanje signala sem uporabil uro, ki sem jo naredil z novejšim čipom atmega8, ki je bol zmogljiv, obsežnejši in ob enem pa tudi dražji.

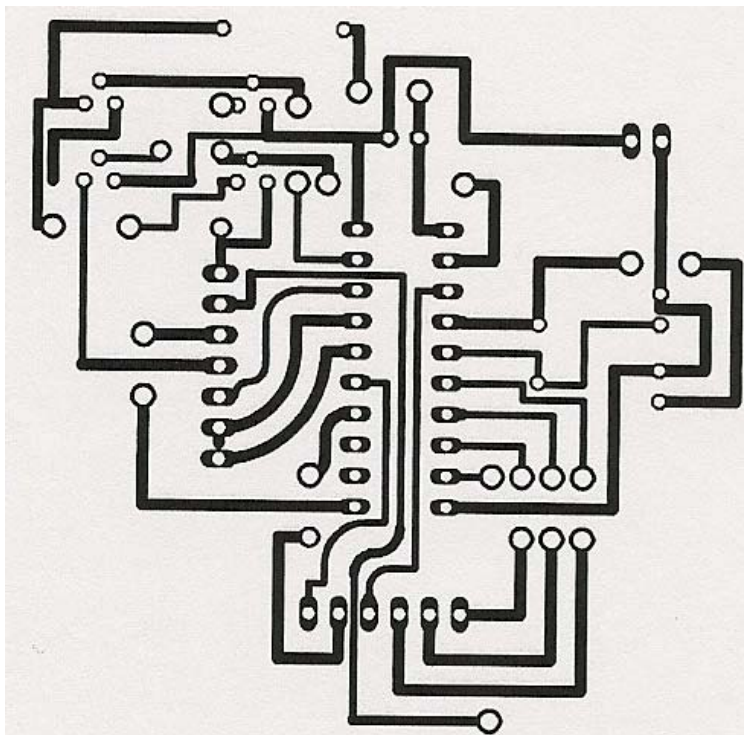
3.1.1.1. VEZJE ZA ŽELEZNICO:

Najprej sem program in vezje poizkusil na testni plošči. Z s tipkami in Led diodami sem prikazal delovanje motorja in semaforja.

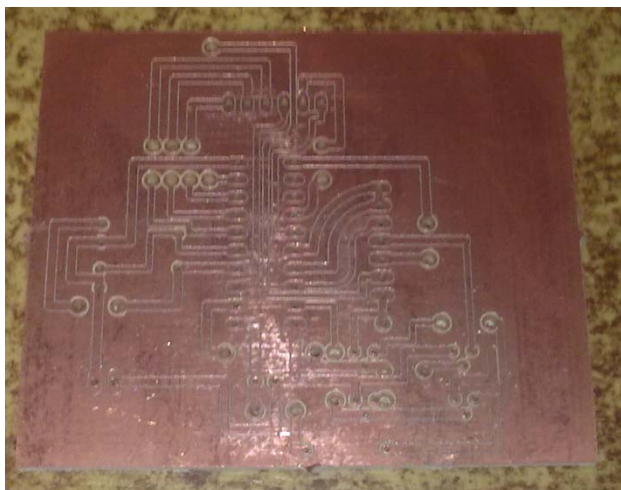


Slika12: Testiranje programa za železniški prehod na testni plošči

Nato sem tiskano vezje narisal v računalniškem programu eagle.

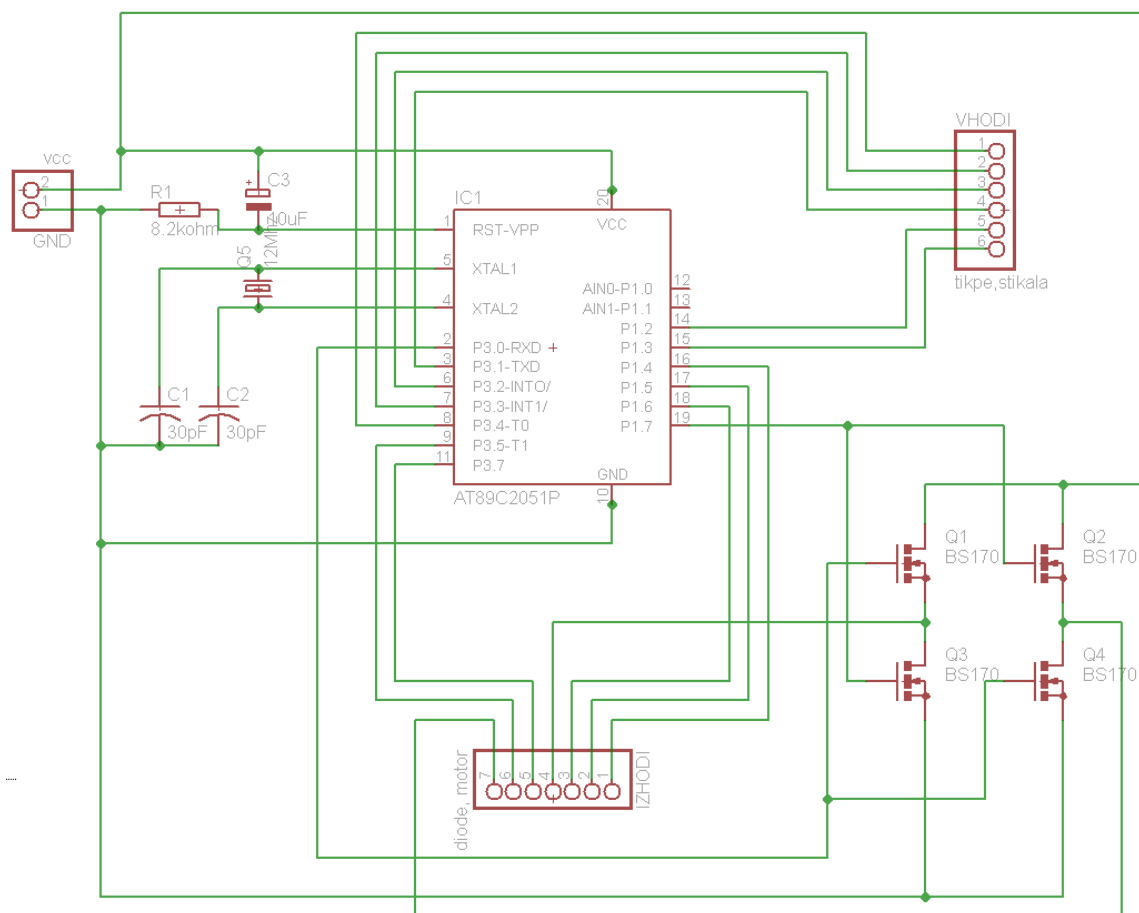


Slika13: Tiskano vezje za železniški prehod narisano v eagle



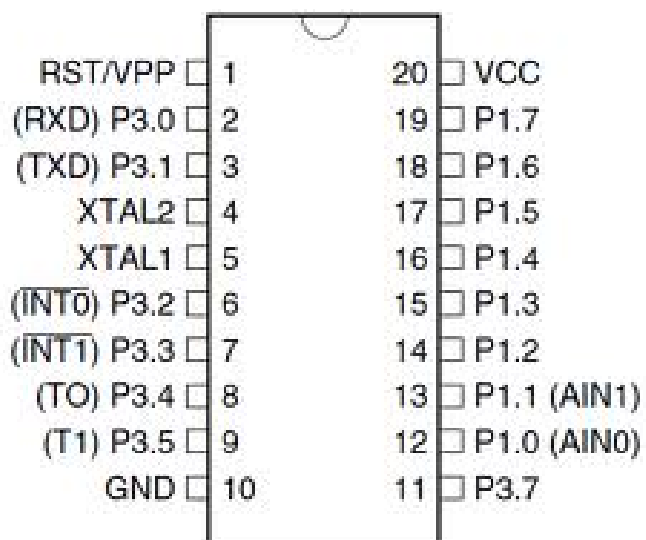
Slika14: Izdelano tiskano vezje

Problem je nastal v čipu at89c2051(slika16) saj na začetku ni deloval pravilno, to sem rešil z vstavljanjem elektrolitskega kondenzatorja $10\mu\text{F}$ katerega sem + vezal na napajanje in – na reset nogico čipa at89c2051(1 nogica, slika16) in uporom 10Ω , lahko bi uporabil $8,2\Omega - 10\Omega$ (slika15). Tako program pravilno deluje že v prvem zagonu. Čas pa sem reguliral z kristalom 12 MHz, ki sem ga vezal na xtal1, xtal2(4 in 5 nogica slika16) in kondenzatorjema 30pF , ena nogica vezana na kristal druga pa na maso(slika15)



Slika15: Shema vezja za železniški prehod

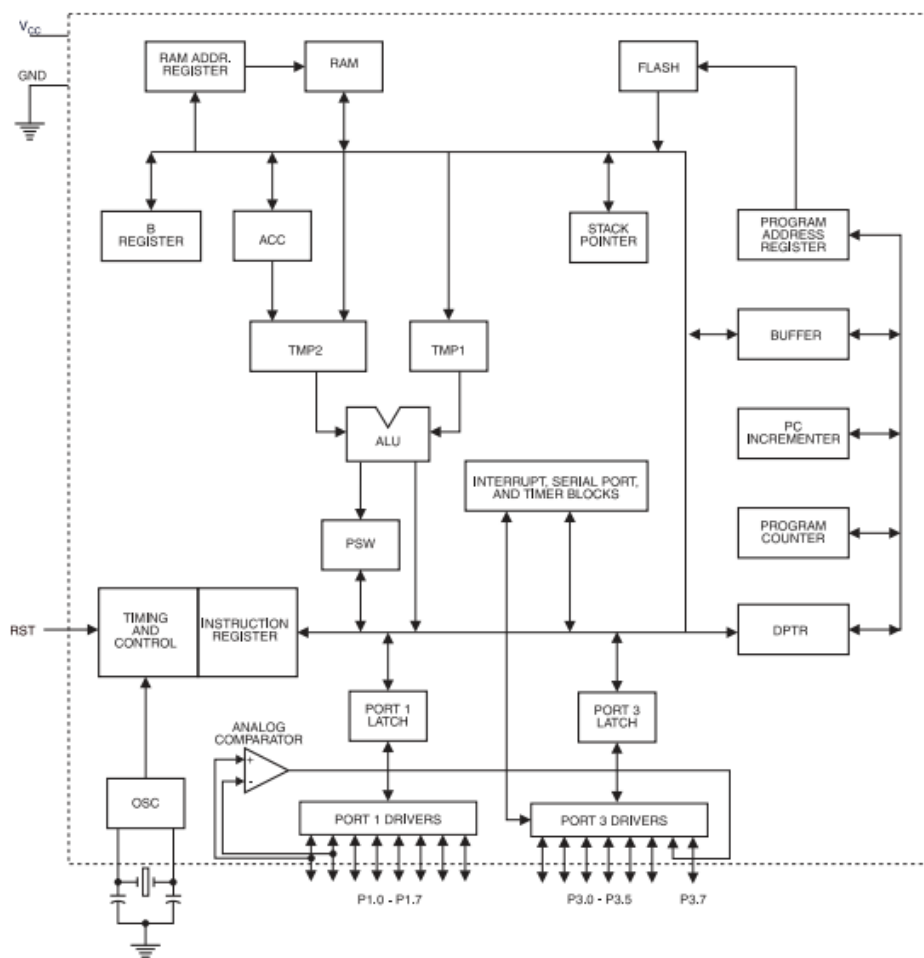
3.1.1.2. At89c2051



Slika16: Prikaz at89c2051 čipa

Lastnosti:

- Združljiv z MCS izdelki (Bascom 8051)
- 2k bajtov programskega polnilnika
- Omogoča 10.000 krogov branja/pisanja
- Območje delovanja: 2,7V-6V
- Polna statična operacija: 0Hz – 24MHz
- Dvojno ravno programsko spominsko zaklepanje
- 128×8 bitni notranji RAM
- 15 programiranih vhodov in izhodov
- Dva 16 bitna časovnika/števca
- 6 prekinitvenih virov
- Programabilni serijski UART
- Neposredni LED izhodni pogoni
- Analogni komparator
- Nizke porabe v nedelovanju



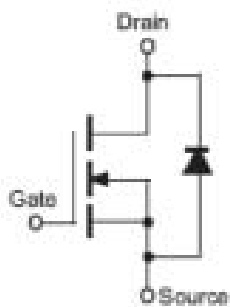
Slika17: Blokovna shema čipa at89c2051

Pri tem čipu za uporabo izhodov p1.0 in p1.1 moramo vezati pull up upore in to na napajanje. Kot pa je v blokovni shemi prikazano. Nogice p3.6 ne moreš uporabljati(slika17).

3.1.1.3. BS170:



Slika18: Prikaz BS170



Slika19: Simbol BS170

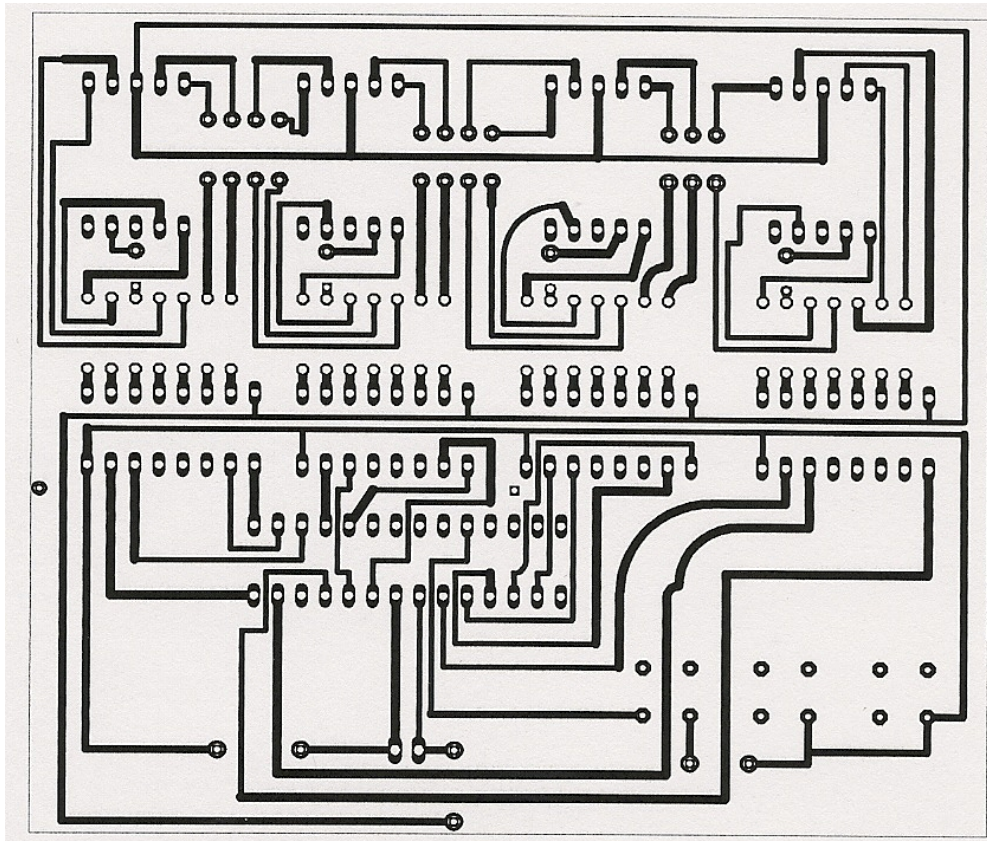
Lastnosti

- MOSFET
- Lahko ga uporabljamo do 500mA DC
- Z napetost krmiljen majhen signal stikalo
- Robusten in zanesljiv
- Visoka nasičenost

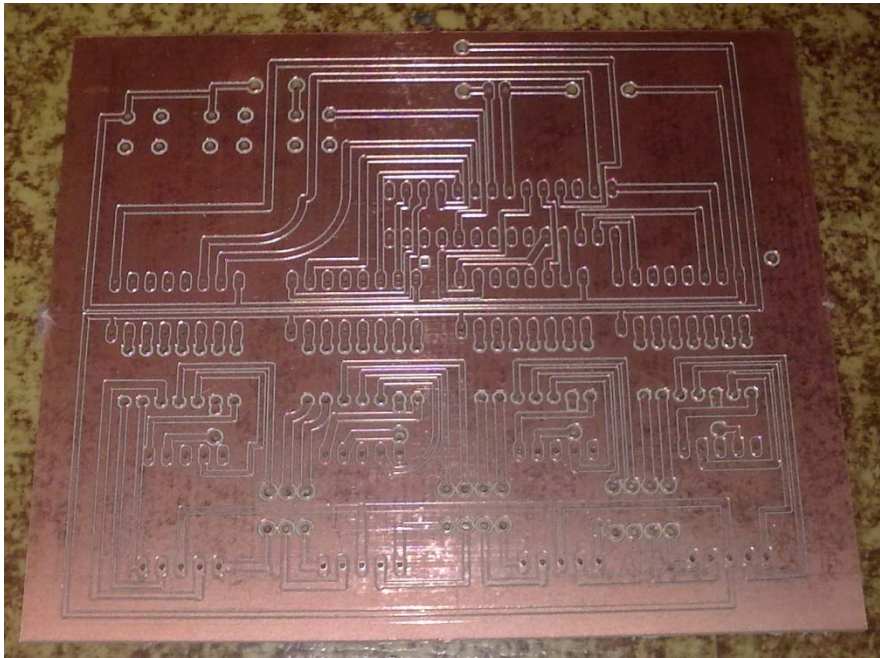
3.1.2.1. Ura:

Ura je narejena z mikrokontrolerjem atmega 8(slika24) in je prikazana na štirih LED displejih. Za uravnavanje ure je uporabljen notranji kristal čipa atmega8, ki je 1Mhz. Ko ura doseže 19.00 ali 07.00 pošlje signal naprej na vezje za vklop mestnih luči. Kot je v pravilniku države Slovenije pa bi bilo potrebno za točno določen mesec nastaviti čas pošiljanja signala glede na čas senčne svetlobe(tabela2).

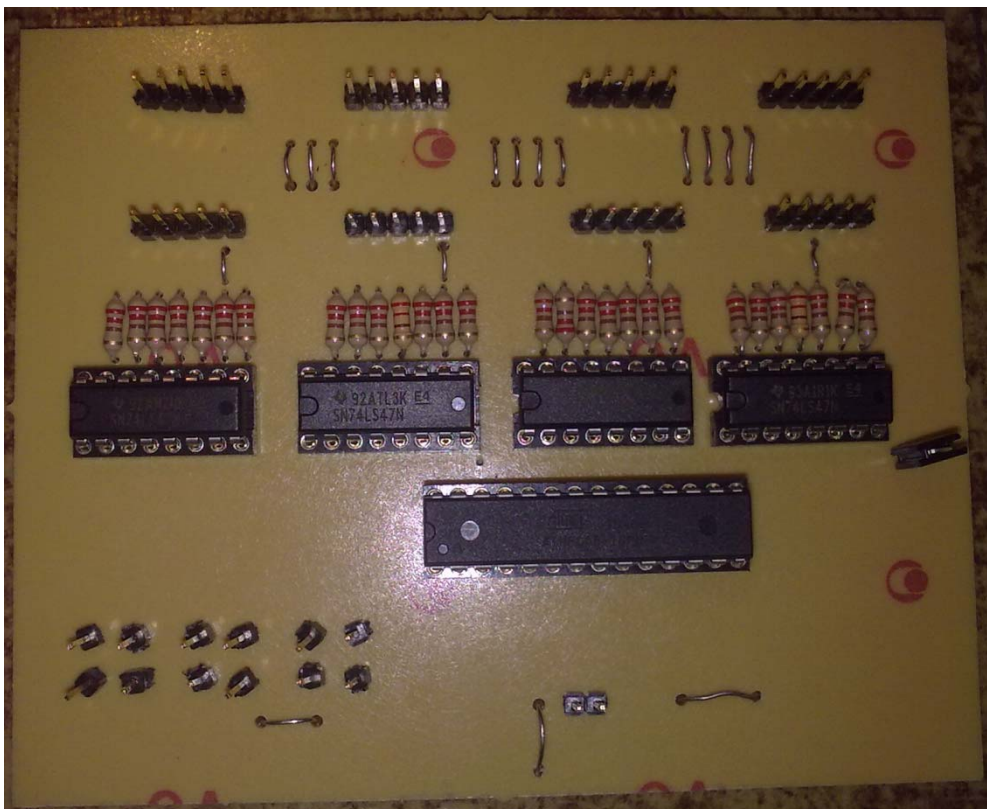
Tiskano vezje:



Slika20: Tiskano vezje za uro narisano v eagle

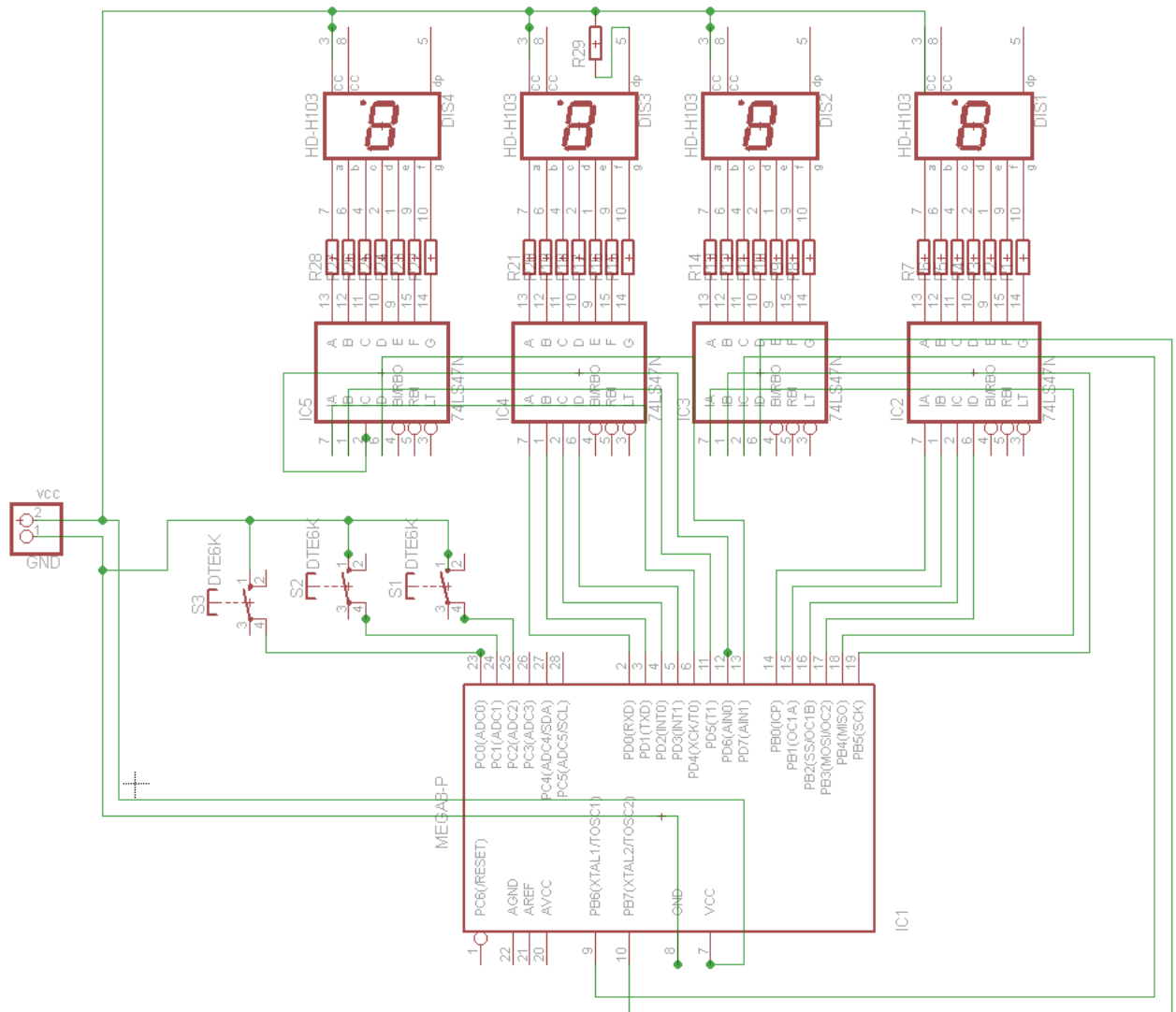


Slika21: Narejeno tiskano vezje za uro



Slika22: Dokončno izdelano tiskano vezje

Shema:



Slika23: Shema vezja za uro

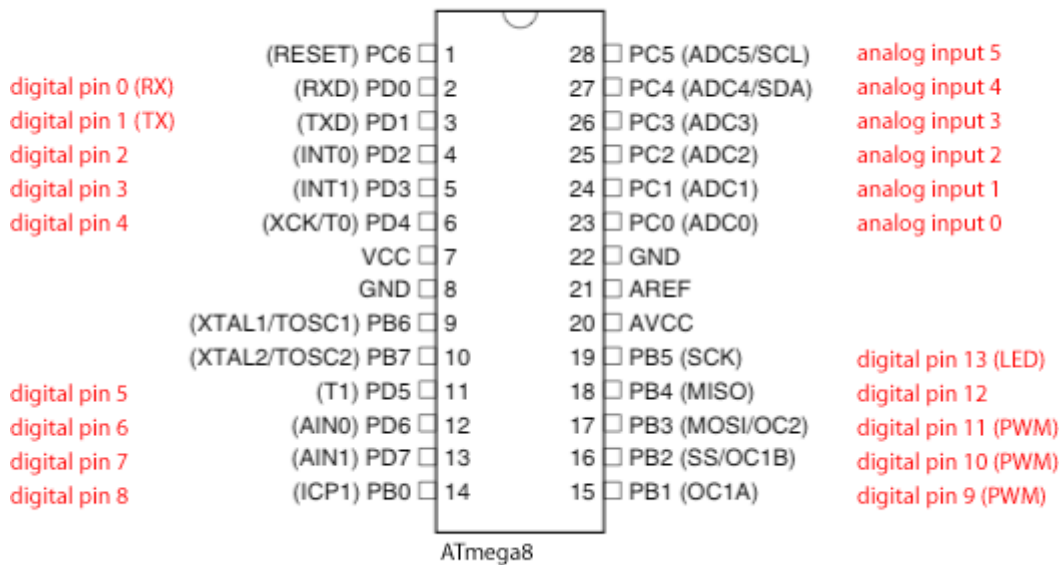
Mesec	Dan	Razsvetljava od (ura)	Razsvetljava do (ura)
Januar	1. - 15.	16.15	7.30
	16. - 31.	16.30	7.15
Februar	1. - 15.	16.50	7.00
	16. - 28(29)	17.20	6.40
Marec	1. - 15.	17.50	6.15
	16. - 31.	19.20	5.45
April	1. - 15.	19.40	6.15
	16. - 30.	20.05	5.45
Maj	1. - 15.	20.25	5.25
	16. - 31.	20.45	5.10
Junij	1. - 15.	21.00	5.00
	16. - 30.	21.15	4.50
Julij	1. - 15.	21.05	5.00
	16. - 31.	20.50	5.15
Avgust	1. - 15.	20.30	5.35
	16. - 31.	20.00	6.00
September	1. - 15.	19.30	6.25
	16. - 30.	19.00	6.50
Oktober	1. - 15.	18.30	7.15
	16. - 31.	17.00	6.35
November	1. - 15.	16.30	6.55
	16. - 30.	16.15	7.10
December	1. - 15.	16.05	7.25
	16. - 31.	16.00	7.35

Tabela2: Koledar razsvetljav

3.1.2.2. ATMEGA8:

Arduino Pin Mapping

www.arduino.cc



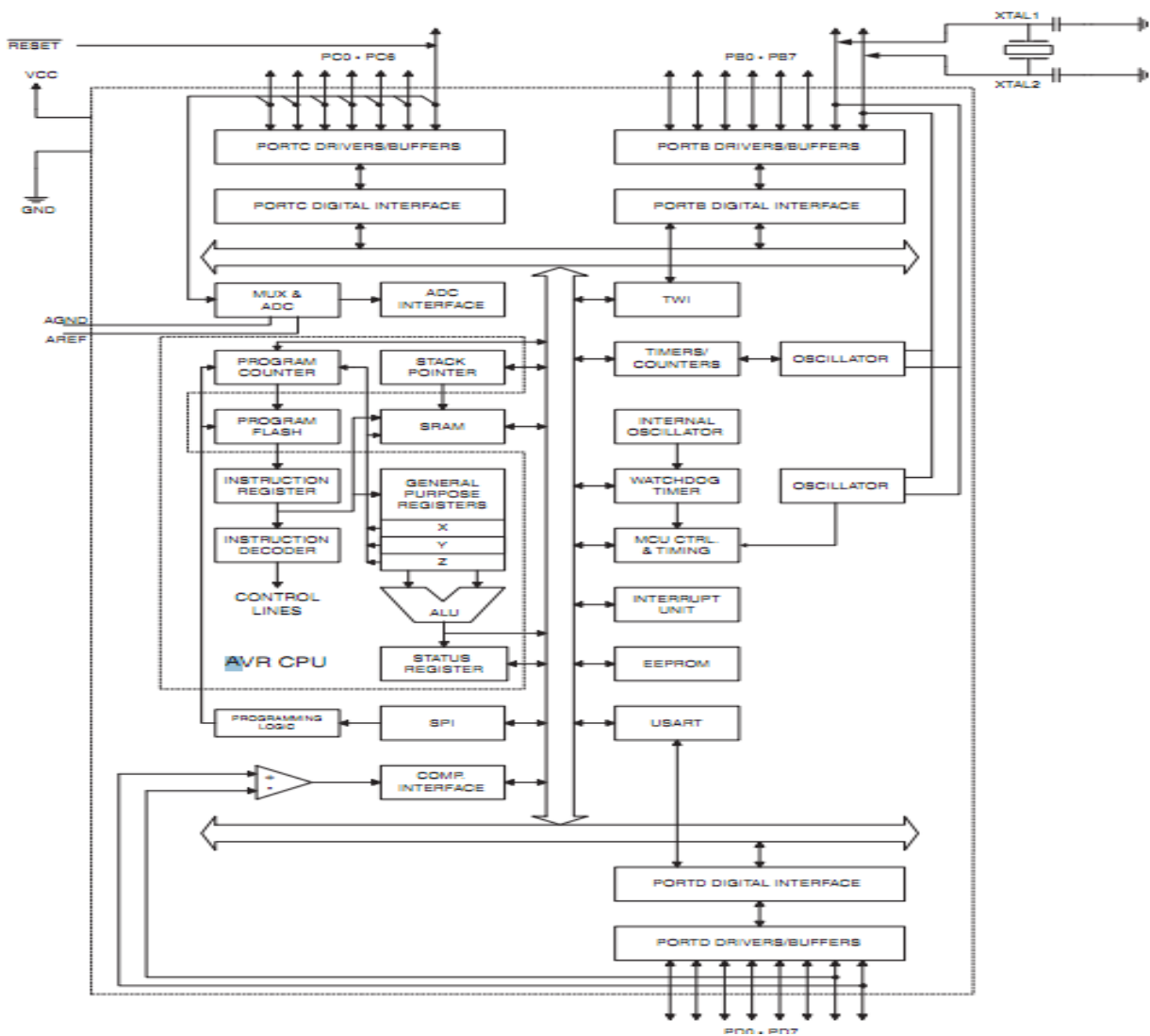
Slika24: Prikaz čipa atmega8

Lastnosti:

- Visoke zmogljivosti, nizke porabe Atmel AVR 8-bitni mikrokrmilnik
- Napredna RISC arhitektura
 - 130 zmogljivih navodil – večina signalov-urni cikel izvedba
 - 32×8 generalni namen delovnih registrov
 - popolna statična operacija
 - do 16MIPS pretoka na 16MHz
 - vklop-čipa 2-cikel množil
- visoka vzdržljivost brez napetostni spominski segment
 - 8KBjtov spomina v sistemu za program v sistemu
 - 512Bjtov EEPROM
 - 1Kbajtov internega SRAM
 - pisanje/branje krogov: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - ohranjanje podatkov: 20 let na 85°C/100 let na 25°C

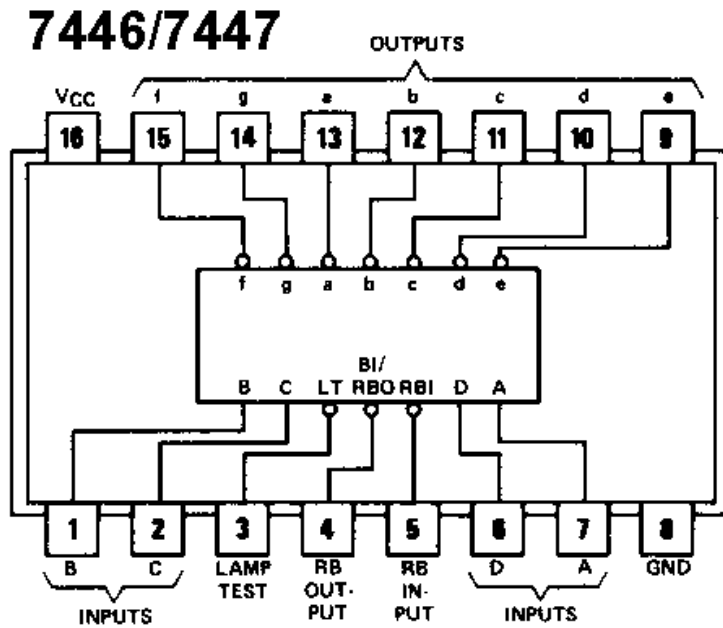
- izbirni zagon kode oddelku z neodvisnimi zaklenjenimi biti
- programska ključavnica za varovanje programske opreme
- pripravljene značilnosti
 - dva 8-bitna časovnika/števeca z ločenim Prescaler, eden primerni način
 - eden 16-bitni časovnik/števca z ločenim Prescaler, primerjanim načinom in posnemanim načinom
 - realni časovnik števec z ločenim oscilatorjem
 - trije PWM kanali
 - 8 kanalov ADC in TQFP in QFN/MLF paket
 - 8 kanalni 10-bitna točnost
 - 6 kanalni ADC v PDIP paketu
 - 6 kanalni 10-bitna natančnost
 - bitno usmerjeni dvožični serijski vmesnik
 - programirljivi serijski USART
 - glavni/podrejeni SPI serijski vmesnik
 - Programabilni nadzorni časovnik z ločenim vklopljenim Oscilatorjem
 - vklopljeni Analogni komparator
- posebne lastnosti
 - vklopljen Reset in Programabilni odkrivanje napak
 - notranjo umirjali RC Oscilator
 - zunanji in notranji prekinitveni vir
 - 5 načinov mirovanja : nedejavnost, ADC hrupno znižanje, shranjevanje moči, izklop in pripravljenost
- vhodni izhodni paketi
 - 23 programilnih vhodnih izhodnih linij
 - 28-vodil PDIP, 32-vodil TQFP in 32-priklopov QFN/MLF
- operacijska napetost

- 2,7V – 5,5V (ATmega8L)
- 4,5V – 5,5V (ATmega8)
- hitrostni razred
 - 0 - 8MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16MHz (ATmega8)
- poraba moči na 4Mhz, 3V, 25°C
 - aktivnost: 3,6mA
 - nedelovanje: 1,0mA
 - izklopljen: 0,5μA



Slika25: Blok shema atmega8

3.1.2.3. ČIP 7447:

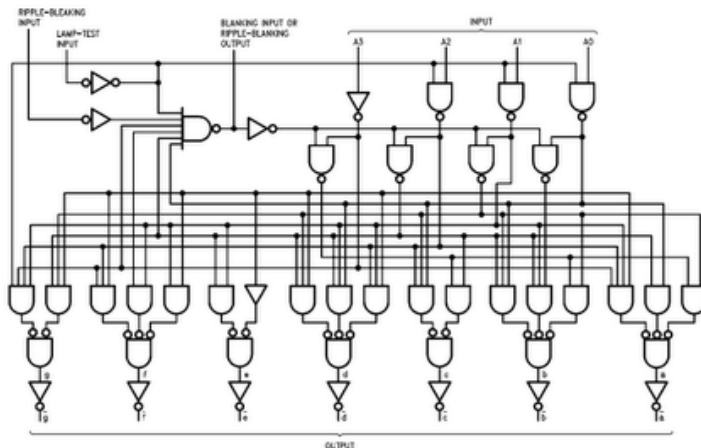


Slika26: Prikaz 7447

BCD za 7-segmentni dekodler / vodnik z odprtimi zbiralnimi izhodi

- vodnik indikator segmentov direktno
- Testni izhod

Logic Diagram



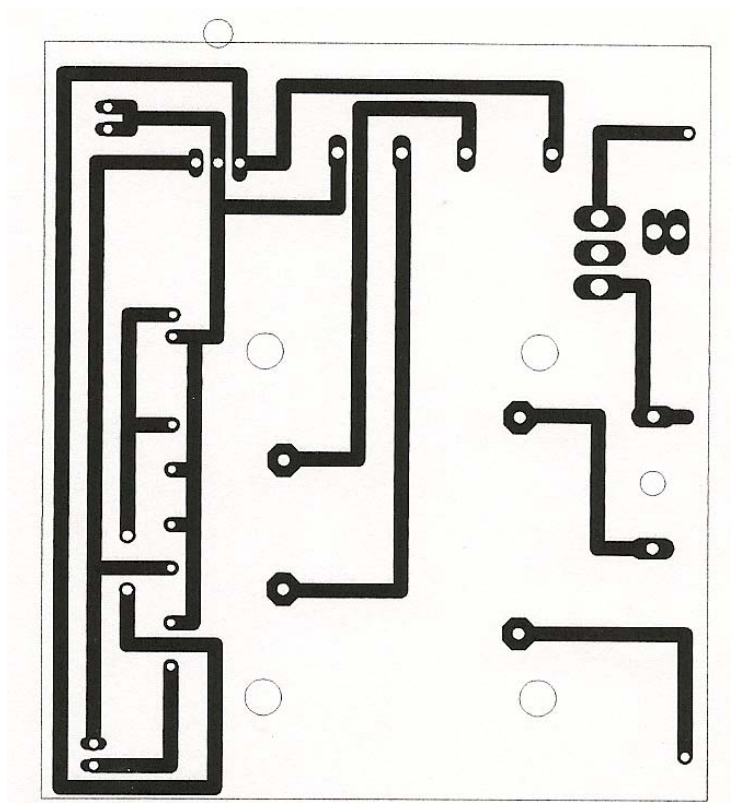
Numerical Designations—Resultant Displays



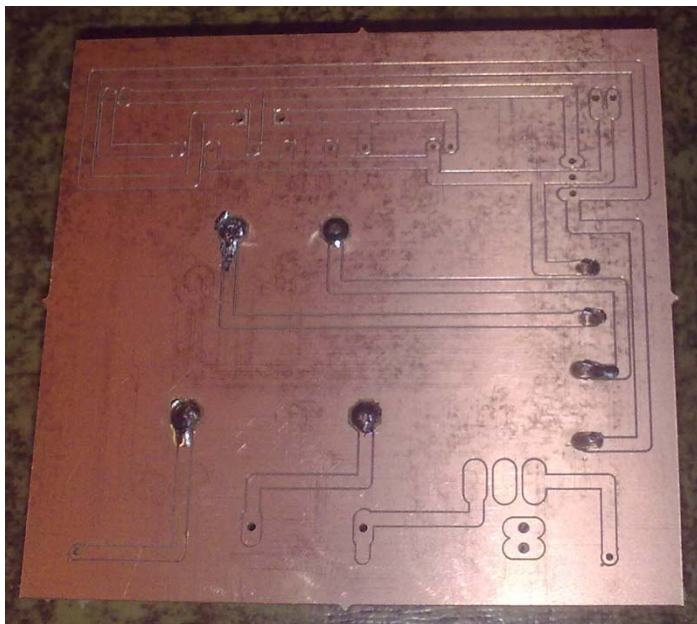
Slika27: Shema 7447

3.1.3. Napajanje

Tiskano vezje:

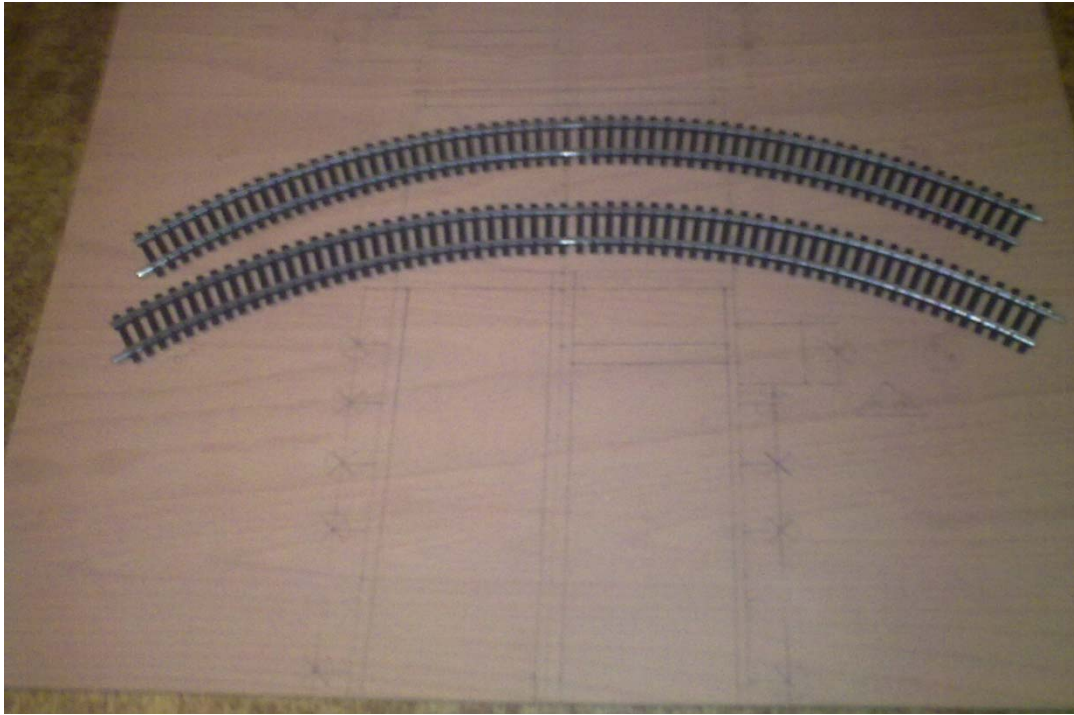


Slika28: Tiskano vezje za napajalnik narisano v eagle

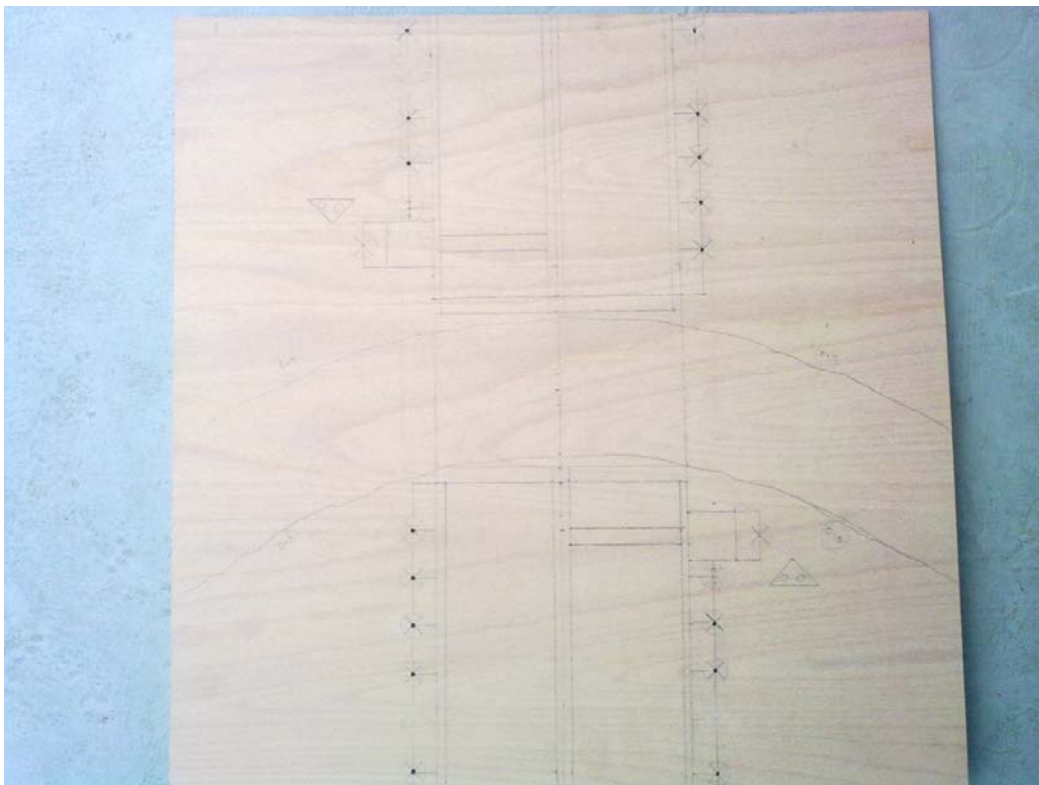


Slika29: Narejeno tiskano vezje za usmernik

3.1.4. Maketa



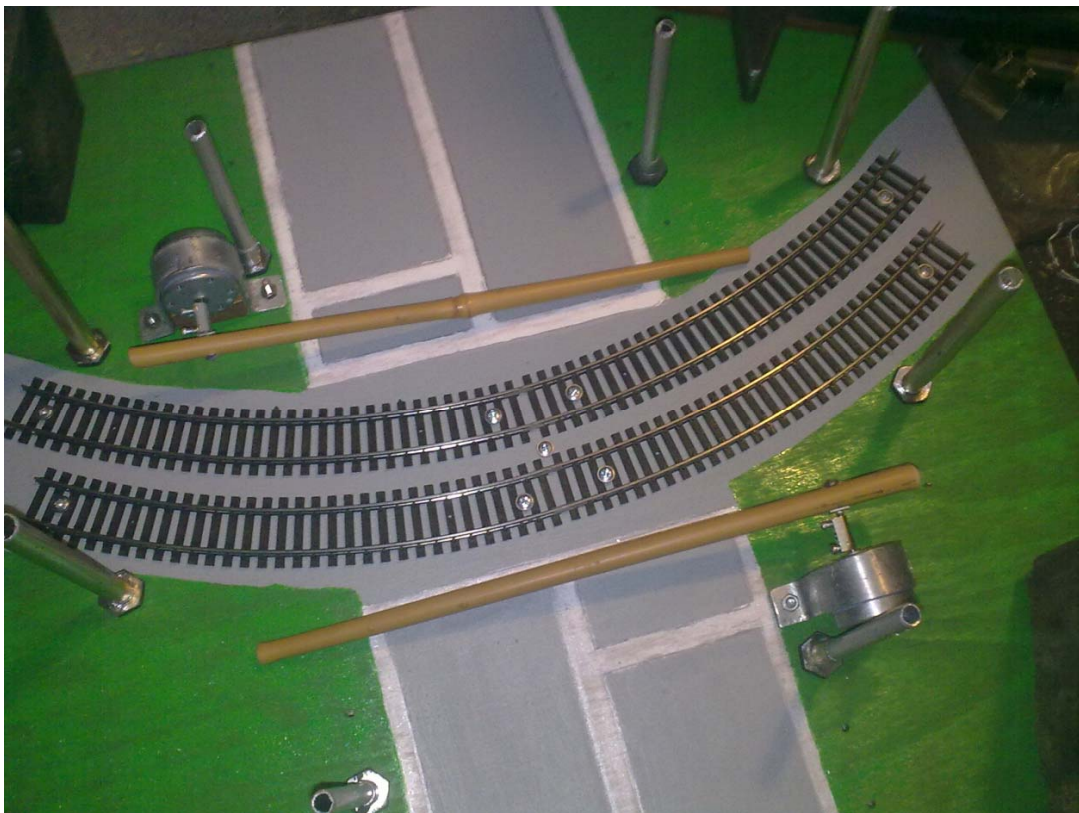
Slika30: Osnutek makete1



Slika31: Osnutek makete2



Slika32: Pobarvana maketa



Slika33: Maketa izdelava1



Slika34: Maketa izdelava2



Slika35: Maketa izdelava3



Slika36: Izdelana maketa



Slika37: Maketa zapornice



Slika38: Maketa semafor železnica

Pri maketi se je pojavil problem, dvigovanja zapornice, čeprav sem zapornico naredil iz lahkega bambusovega lesa motor, ki je rabi napetost 12V ni mogel dvigniti zapornice. Zato sem zamenjal bambusovo palico za še manjšo in tanjšo potem je motor dvignil zapornico.

3.2. RAZPRAVA

V raziskovalni nalogi sem postavil teze:

- železniški prehod ima avtomatske zapornice,
- delovanje avtomatike je zanesljivo,
- prehod ima izvedeno učinkovito varčno razsvetljavo,
- signalizacija prihoda vlaka je svetlobna in zvočna.

Prehod ima izvedene avtomatske zapornice, ki popolnoma zaprejo celotno vozišče. Proženje zapiranja zapornic je izvedeno z več mehanskimi končnimi stikali, ki jih je potrebno prožiti v določenem časovnem intervalu. Bolj učinkovita bi bila kombinacija mehanskih končnih stikal in induktivnih senzorjev, kar bi še povečalo zanesljivost.

Razsvetljava je gostejša blizu prehodov, svetila so linijska in s tem drugačna od običajnih obcestnih svetilk. Razsvetljava je izvedena z LED diodami s katerimi povečamo zanesljivost in podaljšamo življenjsko dobo.

Ob prihodu vlaka se poleg utripanja rdečih luči pojavi kombinacija utripanja svetil pred preходом. S tem je železniški prehod viden že od daleč in nepazljiv voznik ga lažje opazi. Signalizacija je izvedena tudi z zvočnim signalom - piskanjem.

4 ZAKLJUČEK

Železniški prehodi so lahko s to metodo varnejši in promet tekoč, dodal sem veliko signalizacije na kar je tudi mislila država v zadnjih časih pri akciji:»Ustavi se. Vlak se ne more«. Mestna razsvetljava mora biti vključene tudi tedaj, ko je manjša vidljivost, in to naj ne bo odvisna od dneva ali noči. Železniški prehodi bi bili bolj varni s kombinacijo več metod, na primer senzorji in končna stikala, saj je varnost in človeška življenja na prvem mestu. A nihče ne ve katere težave ali morebitne okvare se lahko pojavijo in v najslabšem primeru stanejo človeških življenj, zato morejo biti železniški prehodi zmeraj pregledani in to bi bilo dobro vsaj 1× mesečno, če pa je možno pa večkrat. Problem pa ni samo na prehodih samih, ampak tudi človeku, na primer voznik avta pozabi pogledati in zapelje na tir, saj so zapornice dvignjene, prišlo pa je do okvare in vlak prihaja strojevodja vlaka ne more ustaviti, saj že fizika teoretično prikazuje veliko mase, ki vlak čeprav zavira vseeno potiska naprej in tako se lahko zgodi najhujše. Zato je reševanje problema železniških prehodov na tem, da se ga izognemo z podvozom ali nadvozom ali če je nepomemben zapremo. Če pa ne gre drugače, pa bi moral vsak voznik pogledati preden zapelje na tire oziroma izvedene avtomatske zapornice, s katerimi bi morali biti opremljeni vsi železniški prehodi, ki se jih ne moremo izogniti.

5 VIRI IN LITERATURA

Tehnični ukrepi izboljšanja varnosti na nivojskih prehodih:

http://www.google.si/url?sa=t&source=web&cd=5&ved=0CCwQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.mzp.gov.si%2Ffileadmin%2Fmzp.gov.si%2Fpageuploads%2FKM_tiskovke%2F100212_dodatno_gradivo_Stop_SZ.doc&rct=j&q=%C5%BEelezni%C5%A1ki%20prehodi%20%C5%A1tevil%20nezavarovanih&ei=IUGBTeu6FI7FtAayjI2uAw&usg=AFQjCNGM64yBRBEfyYyY1Hshr8WEfSC8iA&sig2=LxlrGg78FVE0DnzdOjJ3pQ

smrtne žrtve:

<http://www.zurnal24.si/crna-kronika/smrt-nesreca-vlak-161420/clanek>

<http://www.zurnal24.si/crna-kronika/pred-prehodom-se-ni-ustavila-182594/clanek>

<http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/default.asp?kaj=3&id=2010102005585865>

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:D4WsN17cn9IJ:www.delo.si/clanek/140143+zapornim+brunom&cd=8&hl=sl&ct=clnk&gl=si&source=www.google.si>

Problem železniškega prehoda:

<http://rts.uni-mb.si/predmeti/ZelezniškiPrehod.pdf>

Akcija »STOP! Prednost ima življenje«:

<http://www.park.si/2009/03/preventivna-akcija-%C2%BBstop-prednost-ima-zivljenje%C2%AB/>

Signalni pravilnik:

http://www.sindikatsvps.si/shared_files/Predpisi%202/signalni_pravilnik.pdf

Akcija »Ustavi se. Vlak se ne more«:

http://www.siol.net/avtomoto/novice/2011/02/ustavite_vlak.aspx

AT89c2051:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0368.pdf

BS170:

<http://www.fairchildsemi.com/ds/BS/BS170.pdf>

Atmega8:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf

7447:

<http://web.mit.edu/6.s28/www/datasheets/DM74LS47.pdf>

6 ZAHVALA

Rad bi se zahvalil metroju Gregorju Kramerju za pomoč in vodenje. Gospodu Janiju Holobarju za rezkanje tiskanega vezje, gospodu Gvidu Paru, da sem lahko pri pouku prakse delal na raziskovalni nalogi in razredniku Andreju Grilcu za informacije od o obliki in datumih.