

»Mladi za napredek Maribora 2013«
30. srečanje

Energetsko učinkovita javna razsvetljava

Raziskovalno področje: Elektrotehnika elektronika

Inovacijski predlog

05q | KŠWSZÄURÜ

T ^} q | KŠ SÖP Ä Q ŽÖW# ÖP Ä ÖP VWÜ

¥[| aÄ Ü Ö Ö P ROZÖŠÖSVÜU EÜCE W P Ö Š P Ö SÖÄ U ŠÖÄ Ö Ü Ö Ü

Maribor, februar 2013

Kazalo

Povzetek	4
1. UVOD	5
2. ZAHVLA	5
3. HIPOTEZE	6
4. VSEBINSKI DEL	7
4.1. Led svetila	7
4.1.1. Splošno o LED- svetilkah	7
4.1.2. Zakaj imajo LED sijalke tako nizko porabo energije?	7
4.1.2. IREL 48 LED.....	8
4.1.2.1. Tehnične karakteristike.....	8
4.1.3. Regulacija svetilnosti.....	9
4.2 Regulacijski model	10
4.2.1. Napajalni del	10
4.2.2. Zaščita	12
4.2.3. LCD – prikazovalnik	12
4.2.4. Mikrokontroler Mega-88 P	13
4.2.6. RTC (Real Time Clock).....	14
4.2.2 Izdelava tiskanega vezja.....	15
4.2.3 Serijska komunikacija za nadzor in upravljanja	16
4.3 Postavitev razsvetljave z LED svetili in regulatorjem osvetljenosti.....	17
5. REZULATATI	20
6. CENA KRMILJA	21
7. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	22
8. ZAKLJUČEK	23

9. VIRI.....	24
--------------	----

Kazalo slik

Slika 1: LED-diode v dveh izvedbah (vir: avtor naloge)	7
Slika 2: Tehnična risba	8
Slika 3: Diagram osvetljenosti	8
Slika 4: Stikalni napajalnik (vir: Myrra).....	10
Slika 5: Shema notranje zgradbe stikalnega napajalnika Myrra (vir: Myrra).....	11
Slika 6: Shema napajalnega dela z zaščito (vir: avtor naloge).....	12
Slika 7: LCD prikazovalnik (vir: avtor naloge)	12
Slika 8 :Vhodni in Izhodni priključki mikrokrmilnika (vir: avtor naloge).....	13
Slika 9: čip RTC v vezavi (vir: avtor naloge)	14
Slika 10: Shema vezja v okolju Eagle (vir: avtor naloge)	15
Slika 11: Sestavljena ploščica tiskanega vezja (vir: avtor naloge)	16
Slika 12: Pretvornik 232 v USB (vir: avtor naloge).....	17
Slika 13: Osvetljenost centra vasi (vir: avtor naloge)	18
Slika 14: Odvečna osvetljenost (vir: avtor naloge).....	18
Slika 15: Pomemben osvetljeni del cestišča (vir: avtor naloge).....	19

Povzetek

Raziskovalna naloga rešuje problem varčevanja z energijo javne razsvetljave. Podjetje Iskra Releji je v Makolah zamenjala stare svetilke z novejšimi svetilkami z LED diodami, katerim se da regulirati osvetljenost in s tem zmanjšati porabo energije. Osnova krmilja je Atmelov AVR mikrokontroler, ki s pulzno-širinsko modulacijo (PWM) regulira svetilnost LED diod. Vezje vsebuje tudi uro realnega časa (RTC) ter senzorje za spremljanje količine svetlobe v okolici, saj stalne potrebe po osvetljenosti okolice čez celo noč ni. Zato se svetilnost prilagaja časovno, glede na lego svetilke oziroma namembo osvetljevanega območja, naj bo to pločnik za pešce, lokalna cesta ali cesta višjega razreda, pokopališče, igrišče, območja okoli lokalov, trgovin,... Regulacijsko krmiljenje omogoča nastavitve različnih profilov svetilnosti glede na uro, dan v tednu, praznik, letni čas in okoliško osvetljenost. Zvezna uporaba več možnosti pripomore k zmanjšanju porabe električne energije ter varčevanju javnih sredstev.

1. UVOD

Javna razsvetljava je dobrina brez katere si življenja v današnjem času skoraj ne predstavljamo. V današnjem času, ko vedno bolj potrebujemo občutek varnosti, nam javna razsvetljava pomaga zagotavljati povečano varnost v prometu in splošno varnost pešcev ter infrastrukture pred morebitnimi kriminalci in vandali. Hkrati pa ne smemo zanemariti tudi negativnega vpliva, ki ga lahko povzroči nepravilno izvedena javna razsvetljava (povečana raba energije ter svetlobno onesnaževanje). Velike vsote denarja se porablja za tekoče vzdrževanje, tako da velikokrat zmanjka denarja za investicije v posodobitev sistema. Tudi v bližini moje vasi v Makolah se je zamenjala javna razsvetljava s halogenskimi lučmi z LED-lučmi. Tako sem prišel do sodelovanja z ISKRA releji Makole, kjer so tudi izdelali ta tip luči. Vendar pa luči nimajo narejene regulacije, kar pa je bila moja naloga. Z mentorjem ISKRA releji Makole sva se tako dogovorila, kaj mora krmilje vsebovati in kakšne lastnosti mora imeti. Krmilje bo sestavljeno iz dveh osnovnih elementov mikrokrmilnika ATMEGA88P in RTC čipa. Na izhodu pa bomo imeli PWM (pulzno širinsko modulacijo), saj le tako lahko najbolj učinkovito krmilimo LED-lučmi. Da pa ne bi bilo tako očitno spreminjanje svetlobe, je potreben mehki vklop in izklop, kar še dodatno pripomore varnosti cestišča.

2. ZAHVLA

Zahvaljujem se mentorjema za pomoč pri pisanju naloge, spodbujanju pri realizaciji naloge, ki je zahtevala tako pisni kakor tudi praktični izdelek. S svojim znanjem sta veliko prenesla na mene, za kar sem jima iskreno zahvaljujem.

3. HIPOTEZE

Najprej sem si zadal nekaj hipotez oz. smernic, katere sem ob izdelavi naloge zavrgel ali potrdil. Nekatere sem tudi dodal med raziskovanjem problema.

Varčevanje:

- Preučiti smiselnost po regulaciji.
- Časovna doba povrnitve stroškov investicije.

Programska koda:

- Enostavna nastavitve za vsakršnega dispečerja ali nadzornika razsvetljave.

Kakšne so prednosti mojega krmilja na tržišču?

Posledice regulacije na cestišču:

- Kaj pa varnost pešcev?
- Reakcija voznikov ob zmanjšanju osvetljenosti?

Cilji

- Zmanjšanje stroškov električne energije vsaj za 20 %
- Zaznavanje okvare svetlobnega vira.
- Spreminjanje nastavitvev preko ethernet povezave.

4. VSEBINSKI DEL

4.1. Led svetila

4.1.1. Splošno o LED- svetilkah

LED diode (**L**ight **E**mmiting **D**iodes) so hladni viri svetlobe, ki se proizvajajo v tovarnah, kjer proizvajajo mikročipe. Pri vračanju v smer, ti elektroni oddajo nekaj električne energije v svetlobno obliko. Ta proces lahko v grobem primerjamo z zvezdnim utrinkom, ki ionizira, ko vstopi v atmosfero. LED svetilke temeljijo na polprevodniških diodah. Imajo več prednosti v primerjavi s tradicionalnimi izvori svetlobe, npr. manjšo porabo energije, daljšo življenjsko dobo, izboljšano robustnost, manjšo velikost in hitrejše prižiganje oz. ugašanje.



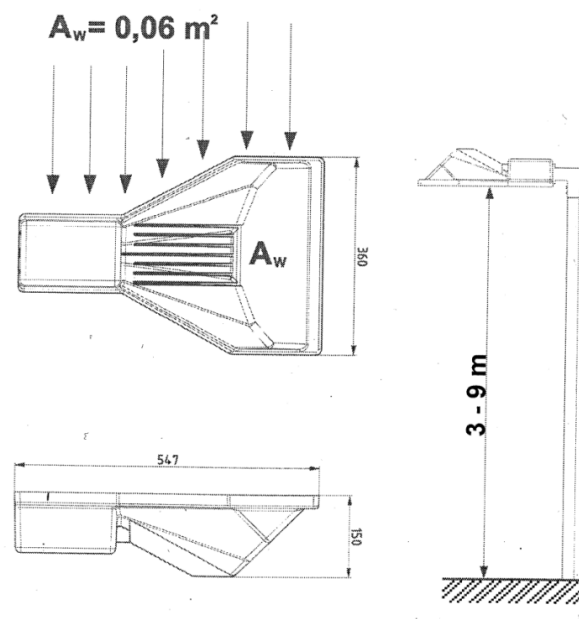
Slika 1: LED-diode v dveh izvedbah (vir: avtor naloge)

4.1.2. Zakaj imajo LED sijalke tako nizko porabo energije?

Leča se ogreje na približno 25 stopinj Celzija, hladilno telo (ohišje žarnice) pa na okoli 50 stopinj Celzija, kar je bistveno manj kot žarnice z žarilno nitko, katere kar 95 odstotkov energije pretvorijo v toploto, le 5 odstotkov pa svetlobo. Kako pa je z udobjem, uporabo takšnih svetil? Kot vemo LED sijalke delujejo v drugih spektrih svetlobe kot žarnice z žarilno nitko. Pri klasični sijalki na žarilno nitko je spekter svetlobe močno premaknjen proti rdeči barvi, zato te sijalke svetijo bolj rumeno. Večji del dovedene energije se porabi za toploto (infrardeča barva), zato se tudi močno segrevajo in sevajo toploto.

4.1.2. IREL 48 LED.

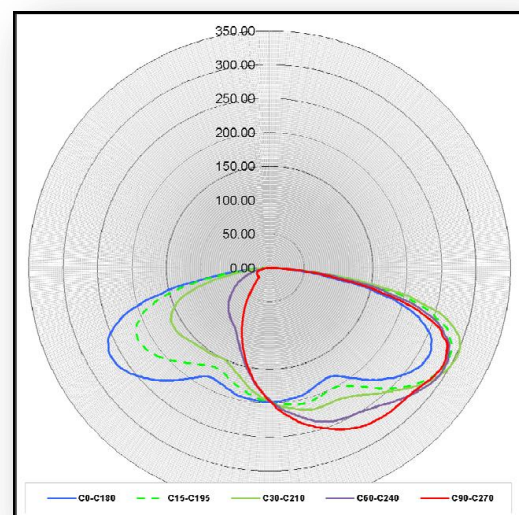
V podjetju ISKRA rele Makole d.o.o. so razvili že več tipov LED luči. Ena izmet teh je IREL 48, katera se največkrat uporablja za osvetljevanje cestišča. Njihova posebnost se kaže v ohišju svetilke, katere ulitek že ima ustrezni kot osvetljenosti. V njej se nahaja transformator, katerega izkoristek je 90 %. Priporočena višina svetilke je od 3 do 9 m, odvisno od tipa svetilke.



Slika 2: Tehnična risba

4.1.2.1. Tehnične karakteristike

Svetlobni izvor: 48 LED
Svetlobni tok: 2.778,85 lm
Barva svetlobe: 6000 K ali 4000 K
Prikjučna moč: 56,7 Wv
Zaščitna stopnja: IP 66
Dimenzije: 578 mm x 360 mm x 150 mm
Masa svetilke: 7,3 kg

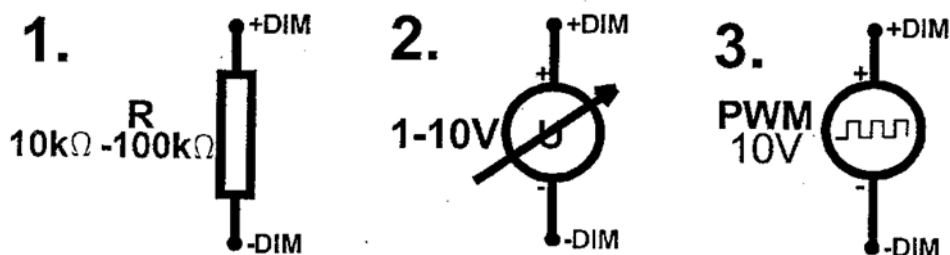


Slika 3: Diagram osvetljenosti

4.1.3. Regulacija svetilnosti

Svetilnost luči se kontrolira preko dveh dodatnih vodnikov z imeni DIM+ in DIM-, in sicer jo je mogoče izvajati na tri različne načine:

- S spremenljivim uporom $10\text{ k}\Omega$ - $100\text{ k}\Omega$ med DIM+ in DIM-
- Z enosmernim izvorom napetosti 1-10 V, priklopljenim med DIM+ in DIM-
- S pulzno-širinsko modulacijo (PWM) enosmernega signala amplitude 10 V (slednje sem sem uporabil tudi jaz).



Slika 2: Načini kontrole svetilnosti (vir: avtor naloge)

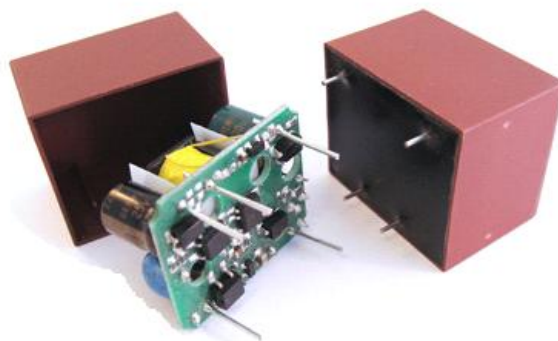
V mojem raziskovalnem projektu sem uporabil tretji način upravljanja, saj je izmed vseh treh načinov najlažji oziroma edini z mikrokontrolerom izvedljiv način, ki ne zahteva priklopa dodatnih elektronskih komponent (za prvi način bi bil potreben digitalni trimmer, poleg tega lahko na dolgi ulici upornost niha zaradi upornosti žic in posledično svetilo na koncu ulice ne bi svetilo enako intenzivno kot svetilo na začetku ulice, prav tako pri drugem načinu, kjer bi bilo potrebno uporabljati digitalno-analogne pretvornike). Bistvena prednost PWM od spremenljivega upora je ta, da na daljši razdalji ne pride do tako velikih izgub, bi pa vsekakor imelo vpliv na kakšni daljši obcestni razsvetljavi.

4.2 Regulacijski model

4.2.1. Napajalni del

Možni sta dve verziji vezja in sicer se razlikujeta predvsem v napajalnem delu vezja. Možno je namreč, da je naprava priključena na enosmerno napajalno napetost 24 V, kar je industrijski standard, druga možnost pa je priključitev direktno na izmenično omrežno napetost 230 V 50 Hz.

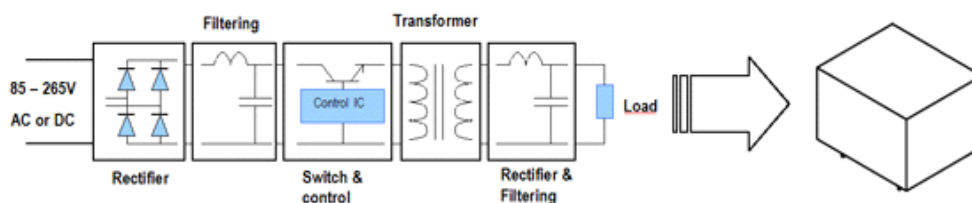
V primeru, ko se vezje priključi na enosmerno napajalno napetost 24 V, je napajalni del vezja sestavljen iz usmerniškega mostiča ter iz dveh linearnih napetostnih regulatorjev z nizkim padcem napetosti (Low-Dropout - LDO linear regulator). Usmerniški mostiček služi enostavnejšemu priklopu vezja, saj eliminira možnost, da bi lahko pomotoma zamenjali napajalne priključke ter tako uničili občutljive komponente vezja z obratno napajalno napetostjo. Linearna napetostna regulatorja služita pretvarjanju napajalne napetosti iz 24 V (oziroma 22,6 V, če upoštevamo padec na diodah usmerniškega mostiča) na 10 V in 5 V. 10 V napetosti je potrebne za regulacijo svetilnosti LED obcestnih svetilk (način PWM), 5 V pa za napajanje vseh ostalih komponent vezja (to določa predvsem mikrokontroler, ki zahteva napajalno napetost od 2,8 V do 5,5 V). Na izhodu regulatorjev je še elektrolitski kondenzator,



Slika 4: Stikalni napajalnik (vir: Myrra)

ki skrbi za dodatno glajenje napetosti in glajenje morebitnih napetostnih konic, ki bi lahko resetirale mikrokontroler.

V primeru ko želimo vezje napajati z omrežno izmenično napetostjo 230 V, moramo ubrati drugačen pristop. Linearni regulatorji namreč niso zmožni pretvarjati iz tako visokih napetosti, saj bi se na njih porabljal preveč energije, kar bi vodilo v prekomerno (in predvsem nesmiselno) gretje elementa. Lahko bi uporabili klasični transformator s sekundarno napetostjo 12 V, jo z usmerniškim mostičkom usmerili in zgladili z elektrolitskimi kondenzatorji. Nadaljnje vezje bi bilo enako kot pri načinu napajanja z enosmerno napajalno napetostjo 24 V (dva linearna regulatorja na 10 V in 5 V), vendar to zahteva več uporabljenih komponent, posledično pa se neželjeno poveča tudi velikost in zahtevnost izdelave tiskanega vezja.

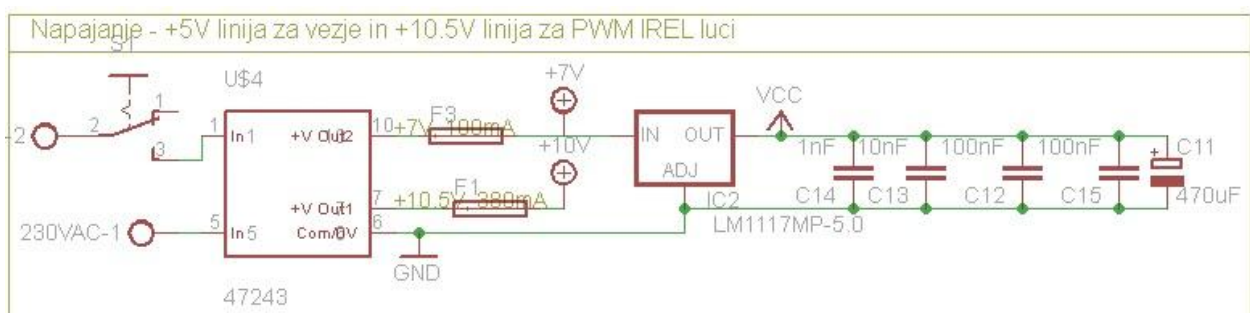


Slika 5: Shema notranje zgradbe stikalnega napajalnika Myrra (vir: Myrra)

Kot alternativa opisanem napajalnemu delu s klasičnim transformatorjem se je kot zelo dober (in hkrati cenovno zelo ugoden) izkazal stikalni napajalnik/pretvornik (switcher) Myrra 47243. V velikosti klasičnega EI30 transformatorja, ta zagotavlja dva temperaturno in tokovno zaščitena izhoda, in sicer 7 V, 100 mA ter 10,5 V, 350 mA, kar zadostuje potrebam mojega vezja. Ker je napetost 7 V še vedno prevelika za napajanje mikrokrmilnika, sem bil primoran uporabiti še linearni napetostni regulator LDO1117-5.0. V vezju je tudi nekaj kondenzatorjev, ki odpravljajo motnje v širšem frekvenčnem pasu, poskrbijo pa tudi za morebitne tokovne sunke, ki bi lahko ob prevelikem padcu napetosti posledično resetirali glavni mikrokontroler. To pa se v delujočem vgrajenem sistemu ne sme zgoditi.

4.2.2. Zaščita

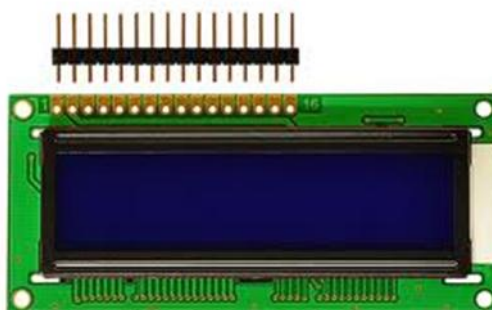
Kot je bilo opisano že v napajalnem delu ima usmernik že vgrajen zaščito pred tokovnimi sunki, vendar pa je bilo potrebno dodati tudi taljivo varovalko. S tem se zaščitimo pred kratkimi stiki, ki so največkrat posledica uničenja krmilja. Na izhod usmernika sem dodal eno varovalko 100mA katera ščiti mikrokrmilnik ter RTC člen. Ker imamo na izhodu usmernika tudi ločeno vejo za PWM izhod sem to zaščito z 380mA varovalko.



Slika 6: Shema napajalnega dela z zaščito (vir: avtor naloge)

4.2.3. LCD – prikazovalnik

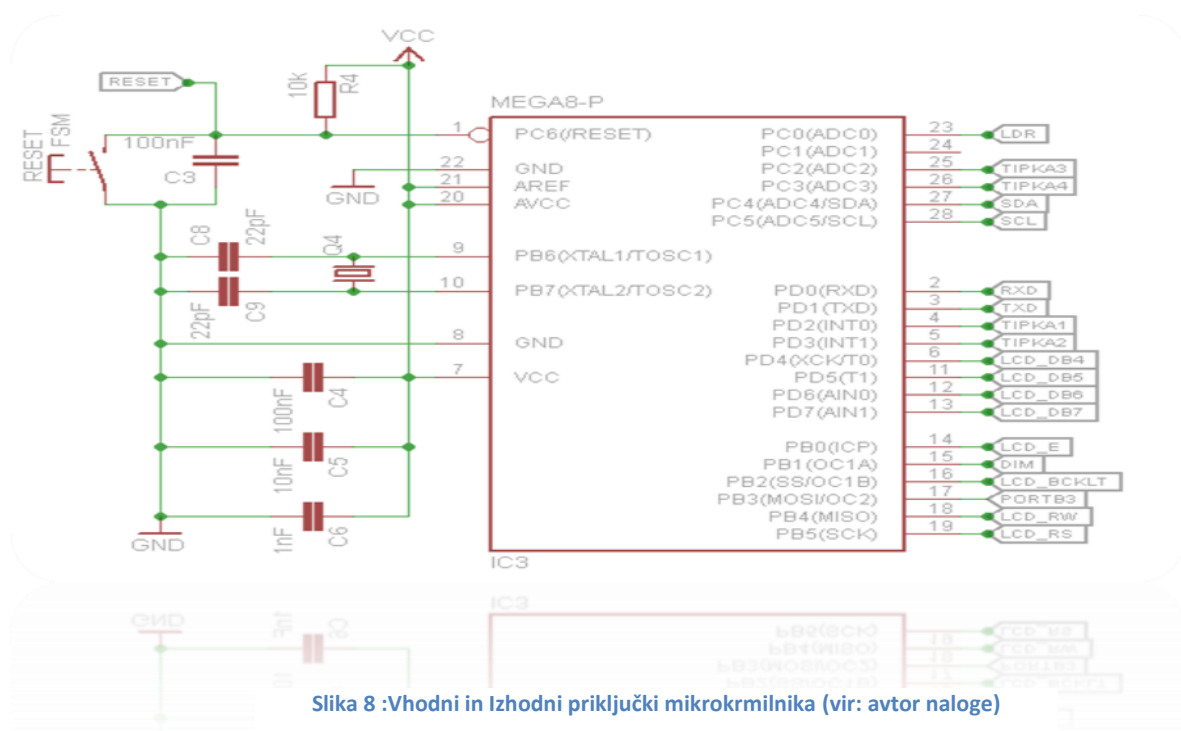
Dvovrstični LCD (Liquid Cristal Display) vsebuje lasten kontroler HD44780, ki poskrbi za vklopjanje ustreznih pik na zaslonu.



Slika 7: LCD prikazovalnik (vir: avtor naloge)

LCD kontroler HD44780: Ima 80 bajtov zaslonskega RAM pomnilnika imenovanega DDRAM. Vsebuje znakovni ROM pomnilnik (CGROM – Character Generator ROM) s podatki o simbolih, ki jih lahko izpisujemo na LCD in ga ne moremo spreminjati. Za izdelavo lastnih simbolov imamo na razpolago 64 bajtov zaslonskega RAM pomnilnika (CGRAM - Character Generator RAM). LCD-ji lahko delujejo v 8-bitnem ali 4-bitnem načinu. Uporabil sem 4-bitni način. Pri tem načinu vsako polovico bajta v LCD prenašamo posebej. Uporabil sem pine od D4 do D7. Pri 4-bitnem komuniciranju pošljemo LCD-ju najprej zgornje štiri bite podatka na pine D4 do D7, vmes vklopimo in izklopimo pin E in nato pošljemo na iste štiri pine spodnje štiri bite

4.2.4. Mikrokontroler Mega-88 P

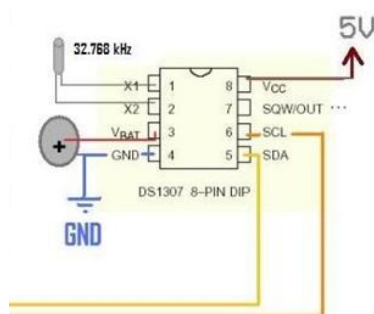


Microkrmilnik MEGA88p spada v skupino visokozmogljivih mikrokrmilnikov. Njegove glavne značilnosti so 512 B EEPROM in 1 kB RAM polnilnika. Centralna procesna enota je 8-bitna. Največja poraba je nekje 0,3 mA. Med dodanimi enotami na mikrokontrolerju najdemo še analogne vhode, komparatorje, timerje, SPI, USART in CCP modul , vsega skupaj ima 32 priključkov od tega ima 23 vhodno/izhodnih priključkov in je v TQFP44 ohišju (Thin Quad Flat Package). Najpomembnejše pa je to, da ima PWM izhod, saj lahko le tako reguliramo našo LED-luč. RAM polnilnik je razdeljen v 7 bank.

4.2.5.1 Opis delovanja.

Sistem se vklopi ob zaznavanju zmanjšane svetlobe v okolju. Fotouporu se tako poveča upornost, krmilnik pa bi to razbral kot vklop cestne razsvetljave. Zaradi RTC čipa, bi lahko nastavili režime delovanja za praznike oz. vikende. Mikrokrmilnik, bo tako rekoč glede na predhodno nastavljene parametre dal ustrezen signal na izhod (PWM). Ob nastavljeni uri lahko dodatno zmanjša osvetljenost glede na prej določene parametre. Izklop razsvetljave, bi glede na željo nastavljali na osvetljenost okolice ali uro. Prikazovalnik nam prikazuje trenutni čas in procentualni prikaz trenutne osvetljenosti. Zaradi lažje nastavitve parametrov, bo to mogoče nastaviti v meniju s pomočjo 4 tipk. Tipki za gor dol in tipki za levo in desno.

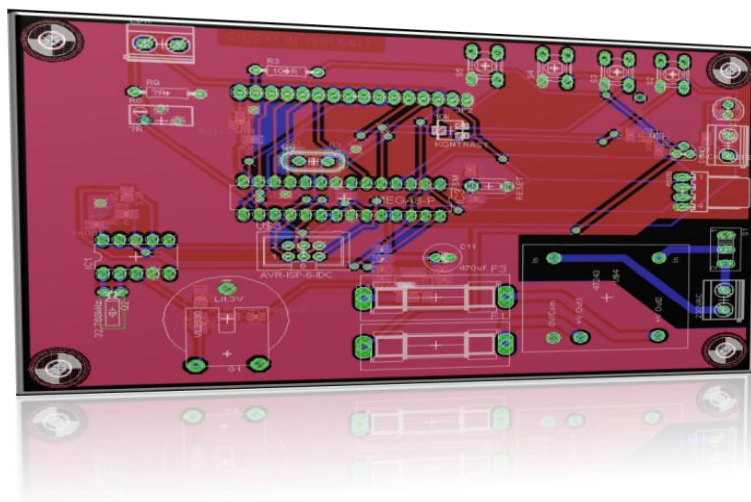
4.2.6. RTC (Real Time Clock)



Slika 9: čip RTC v vezavi (vir: avtor naloge)

Uporabil sem namensko integrirano vezje RTC za vodenje datuma in ure, ima tudi možnost programiranja alarmov. Njegova dobra lastnost je tudi ta, da zazna padec napajalne napetosti ter se samodejno preklopi na rezervno napajanje, ob tem izklopi modul za komunikacijo. To povzroči, da njegova tokovna poraba pade na minimalno vrednost. Po podatkih proizvajalca lahko vrednost točne ure v takem stanju, pri napajanju ene 50 mAh baterije, ohrani do šest let. Na vezju je Litij-Vanadij-Pentaoksid baterija, katere maksimalni polnilni in praznilni tok je 2 mA, njena kapaciteta pa je 50 mA. To povsem zadošča za daljše napajanje integriranega vezja, čeprav je baterija namenjena predvsem kratkotrajnim izpadom električnega omrežja in montiranju samega modula. Baterija se vselej tudi sproti polni, kadar vezje deluje na priključeno omrežno napetost.

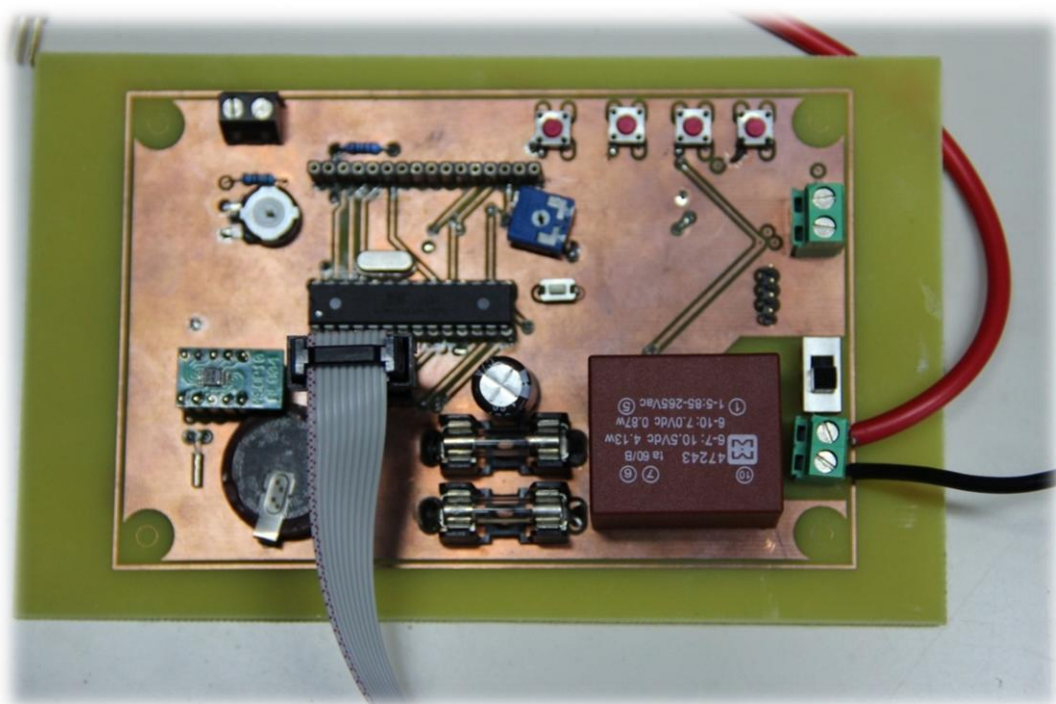
4.2.2 Izdelava tiskanega vezja.



Slika 10: Shema vezja v okolju Eagle (vir: avtor naloge)

Za izdelavo tiskanega vezja sem najprej izbral ključne elemente krmilja to so: RTC, mikrokrmilnik, napajalnik, podnožja varovalk,... Pred izdelavo vezja s programom EAGLE sem vezje sestavil na tesni ploščici. Kasneje pa sem zadevo optimiziral do te mere, da sem lahko

prišel z risanje tiskanega vezja v programskem okolju EAGLE. Velik problem pa sem vsekakor imel z SMD elementi, saj sem želel izdelati čim manjšo tiskanino. Po jedkanju je sledilo spajkanje elementov. Zaradi pretežno SMD oblike elementov, sem si pomagal s toplim zrakom. Večina elementov, katere se da nastavljati ali kako drugače spreminjati, so na zgornji strani tiskanine.



Slika 11: Sestavljena ploščica tiskanega vezja (vir: avtor naloge)

4.2.3 Serijska komunikacija za nadzor in upravljanja

Od samega začetka načrtovanja krmilnega modula sem imel v mislih serijsko komunikacijo. Brez nje bi v prihodnosti težko zadevo nadgradili s kakšnim brezžičnim nadzorom, katerega imam željo narediti v naslednjih mesecih. Zaradi varčevanja s prostorom in denarjem, sem se odločil za nabavo pretvornika 232 v USB, saj ga dobimo že za res smešno ceno, nekje do 2 €.

Za takšno ceno se nam res ne splača izdelati pretvornika. Sistem za upravljanje razsvetljave bi tako omogočil lažji dostop in upravljanje sistema. Lahko bi nam prikazoval moč porabljene energije na leto, mesec, dan,... Vsekakor nam bi tak sistem prihranil čas in denar.



Slika 12: Pretvornik 232 v USB (vir: avtor naloge)

4.3 Postavitev razsvetljave z LED svetili in regulatorjem osvetljenosti

Za realizacijo obcestne razsvetljave sem si izbral cestni odsek, kateri je še posebej zanimiv ponoči. Vas namreč leži ob glavni cesti Makole – Slov. Bistrica. Center vasi leži tik ob cesti, ob njej je tudi gostišče. Višina stebra svetilke je 8 m kar ustreza ISO standardu. Razmik med enim in drugim svetlobnim virom je 24 m. To pomeni, da potrebujemo za celotno osvetlitev 14 LED svetilk tipa 48W. Z meritvami je bila izmerjena osvetlitev 10-lux.

Na naslednji sliki (slika 13) vidimo križišče, na levi strani ceste gostišče ter na desni strani avtobusna postajališče. Menim, da bi bilo potrebno ta del cestišča osvetljevati vso noč in sicer z večjo osvetlitvijo, kot na običajnem cestišču.



Slika 13: Osvetljenost centra vasi (vir: avtor naloge)

Na spodnji sliki (slika 14) pa opazimo povečano osvetljenost oz. nepotrebno intenziteto osvetljenosti. V tem primeru bi lahko za 80 % zmanjšali osvetljenost, kar bi pomenilo prihranek 11.34 W na svetilko. Če zmanjšano moč pomnožimo z osmimi svetilkami, dobimo vrednost, katera pa nam pove bistvo več o prihranku električne energije, to je okoli 90 W.



Slika 14: Odvečna osvetljenost (vir: avtor naloge)

Še posebej bi izpostavil naslednjo sliko (slika 15). Sama slika nam prikazuje dva ostra in nepregledna ovinka ter pločnik za pešce. Ob predpostavki, da bi razsvetljavo med 22.00 in 4.00 h zjutraj izklopili, bi to lahko pomenilo veliko ogroženost pešcev. Že samo 50 % osvetlitev bi na tem mestu povečala varnost pešcev, kar je nedvomno pomembnejše od varčevanja na takšnem mestu.



Slika 15: Pomemben osvetljeni del cestišča (vir: avtor naloge)

5. REZULATATI

Za analizo privarčevane električne energije sem izbral kar obstoječo LED razsvetljavo, ki za zdaj še brez krmilja osvetljuje posamezne cestne odseke. Te sem prikazal na prejšnjih slikah. Letno je ta cestna razsvetljava vklopljena poprečno 2700 h.

a. Razsvetljava brez regulatorja osvetljenosti.

Skupaj imamo 14 LED svetilk, katere imajo nazivno moč 57 W. Če pomnožimo število svetilk z nazivno močjo, dobimo 798 kWh.

$$\text{letna poraba} = 2700 \text{ h}$$

$$P = 57 \text{ W}$$

$$\text{Število svetilk} = 14$$

$$\text{letna poraba} = P * t * \text{število svetilk}$$

$$\text{letna poraba} = 57 \text{ W} * 2700 \text{ h} * 15$$

$$\text{letna poraba} = \mathbf{2.15 \text{ MWh}}$$

b. Razsvetljava z regulacijo osvetljenosti.

Tako kot v zgornjem izračunu bom uporabil 14 LED svetilk. Vendar pa je težko določiti časovne vrednosti za izračun prihranka. Kot vemo, je osvetljevanje do neke večerne ure največje, nato preide varčevalni režim, kjer se spremeni osvetljenost na 20 % oz. na 15 W ali 50 % oz. na 30 W, odvisno od potrebe. Predpostavimo da je čas, ko deluje razsvetljava v varčnem načinu, nekje 60 % celotnega časa vklopa razsvetljave, kar znaša 1620 h.

$$\text{letna poraba} = 4 * 30 W + 10 * 15 W * 1620h + (14 * 57 W * 1080 h)$$

$$\text{letna poraba} = \mathbf{862,3 kWh}$$

6. CENA KRMILJA

Zanimala me je tudi cena materiala, ki je potreben za izdelavo krmilja oziroma regulacije. V ceno je potrebno vključiti tudi celotno delo (dimenzioniranje, načrtovanje, izdelava dokumentacije, programska koda,...). Za delo bi lahko računali ob večjem povpraševanju 7 € za eno krmilje. Na koncu pridemo do cene **53 €** z DDV. Vendar pa ne smemo pozabiti, da LCD zaslon ni nujno potreben, da naprava učinkovito deluje. Brez njega bi bila cena lahko 41 € na kos.

Tabela 1: Spisek potrebnega materiala in cene

količina	Tip elementa	Cena (€)
4	keramični kondenzator	0.80
18	Upori	1.00
2	Kondenzator elektrolicki	0.30
1	tiskanina	1.20
3	10 k potenciometer (sm-42/43A)	0.50
1	fotoupor 15k	1.20
2	LM1117MP -5.0 SOT223	1.40
1	PMV31xN SOT32 mosfe	2.00
1	IDC6 moški priključek tiv	0.16
1	ATMEGA 88P	4.80
1	Letev moška	0.12
1	Letev ženska	0.12
3	Konektor zeleni	0.30

1	Napajalnik	10.00
1	LCD-zaslon	12.00
1	Lipo baterija	5.00
1	stikalo	1.20
2	Podnožje varovalk	2.20
2	kristal	2.00
Cena:		46.3€

7. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Zavedam se, da z zmanjšanjem osvetljenosti cestišča na nekaterih odsekih, po drugi strani pa povečanjem osvetljenosti na najbolj ogroženih odsekih mestih cestišč, omogočam pešcem in voznikom večjo varnost.

Za družbo to omeni varčevanje z električno energijo s čimer pripomoremo, da se bo denar porabljal za druge namene, za katere prej ni bilo denarja.

8. ZAKLJUČEK

Naloga katere sem se lotil v letošnjem letu, se mi je zdela zahtevna, kar obsežna, mogoče tudi zato, ker sem se prvič srečal v položaju, ko sodelujem s podjetjem, kar zahteva tudi timsko delo. Veliko sem spoznal glede zahtev, ki jih postavljajo določena podjetja oz. navsezadnje stranka. Ob načrtovanju sem spregledal eno od zahtev, to sem ugotovil šele pri interni postavitvi naloge. Gre namreč za dodatni kanal, kateri nam bi omogočal večjo prilagodljivost osvetlitve.

Na začetku raziskovanja nisem niti malo pričakoval tako velike številke privarčevanih kWh energije. Tako sem spoznal, da lahko s sorazmerno malo ceno krmilja za reguliranje osvetlitve, privarčujemo v 15 letih skoraj za polovico celotne postavitve cestne razsvetljave. Varnost pešcev se tako ne bi zmanjšala, kvečjemu se je povečala saj je prejšnji regulator ponoči za nekaj ur izklopil razsvetljavo.

9. VIRI

Internetni viri:

1. ATMEGA microcontroller (Elektronski vir) Dostopna na URL naslovu :

<http://www.atmel.com/devices/atmega88.aspx> (5.1. 2013)

2. Erco sistemi (Elektronski vir) Dostopna na URL naslovu:

<http://www.erco.si/index.php/izdelki/led-razsvetjava> (14.1.2013)

3. Farnell (Elektronski vir) Dostopna na URL naslovu:

www.si.farnell.com (15.12.2013)

Viri slik:

Slika 4: <http://www.tjskl.org.cn/> (22.1.2013)

Slika 7: www.fkk-corporation.com (12.11. 2013)