



Šolski center Celje

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko, računalništvo

**MERJENJE TEMPERATURE Z UPORABO
MIKROKRMILNIKA
RAZISKOVALNA NALOGA**

AVTOR
Peter Tuhtar E-4.c

MENTOR
Gregor Kramer, u. d. i. e.

Celje, marec 2011



Šolski center Celje

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko, računalništvo

**MERJENJE TEMPERATURE Z UPORABO
MIKROKRMILNIKA
RAZISKOVALNA NALOGA**

Avtor:

Peter Tuhtar E-4.c

Mentor:

Gregor Kramer, u. d. i. e.

Celje, 2011

KAZALO

1	POVZETEK	2
2	UVOD	3
2.1	Predstavitev raziskovalnega problema	3
2.2	Hipoteze	3
3	Opis raziskovalnih metod	4
3.1	ATmega16	5
3.2	LM35	6
3.3	MAX232	7
3.4	Siemens TC35i	8
3.5	Solarna celica	9
3.6	Merilno vezje	10
3.7	Napajalno vezje	12
4	Predstavitev rezultatov raziskovanja	13
4.1	Meritve	13
4.2	Razprava	15
5	Zaključek	16
6	VIRI	18

KAZALO SLIK

Slika 1	Diagram sestave sistema	4
Slika 2	Priključki mikroračunalnika ATmega16	5
Slika 3	LM35 pogled od spodaj	6
Slika 4	Priključki integriranega vezja MAX232	7
Slika 5	GSM modul Siemens TC35i	8
Slika 6	Fotocelica	9
Slika 7	Shema merilnega dela	10
Slika 8	Priprava za tiskano vezje merilnega dela	11
Slika 9	Shema napajalnega vezja	12
Slika 10	Priprava za tiskano vezje napajalnega dela	12
Slika 11	Primerjava porabe ob različni frekvenci oscilatorja	13
Slika 12	Primerjava porabe ob različnih stanjih GSM modula	14

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1	Meritve porabe merilnika	13
Preglednica 2	Meritev porabe GSM modula	14

1 POVZETEK

Raziskoval sem uporabnost mikrokrmilnika, v nadaljevanju mikroračunalnika, v komunikaciji z GSM modulom v smislu avtonomnega delovanja. Vezje sem uporabil na primeru merilnika temperature, kot napajanje pa poskusil solarni modul. Zanimalo me je, kako je mogoče minimizirati porabo energije testnega vezja.

Želel sem ugotoviti, če je možno izdelati cenejši in konkurenčnejši izdelek, od obstoječih izdelkov na trgu.

Najprej sem moral izdelati prototip delujočega vezja. To sem izvedel tako, da sem vezje naprej sestavil na univerzalni ploščici, ko pa je to delovalo, sem izdelal tiskano vezje. Najprej sem ga izrisal na računalniškem programu Eagle, nato pa smo ga izdelali v šoli. Ko sem imel izdelek narejen sem začel z meritvami.

Iz dobljenih rezultatov sem ugotovil, da frekvenca oscilatorja mikroračunalnika zelo vpliva na porabo energije. Pazljivi moramo biti tudi pri izbiri periode pošiljanja podatkov in ostalih pasivnih ter aktivnih elementov. Težava se je pojavila ob uporabi GSM modula. Ker ta modul potrebuje za normalno delovanje napetost vsaj 8 V, izbrani izvor napetosti - fotocelica, ni primerna za vzdrževanje še te naprave.

Iz dobljenih rezultatov sklepam, da bi za samostojno delovanje potreboval močnejšo fotocelico oziroma primernejši GSM modul.

S uporabo GSM modula imamo možnost, da merilnik temperature uporabimo tudi kot alarmno napravo.

2 UVOD

2.1 *Predstavitev raziskovalnega problema*

Raziskoval sem uporabnost mikroročunalnika v komunikaciji z GSM modulom v smislu avtonomnega delovanja. Vezje sem uporabil na primeru merilnika temperature, kot napajanje pa poskusil solarni modul. Zanimalo me je, kako je mogoče minimizirati porabo energije testnega vezja. GSM modul nam omogoča uporabnost v več različnih situacijah. Poseči sem moral po različnih izvorih električne energije. Osredotočil sem se na uporabnost fotocelice, torej solarni vir energije.

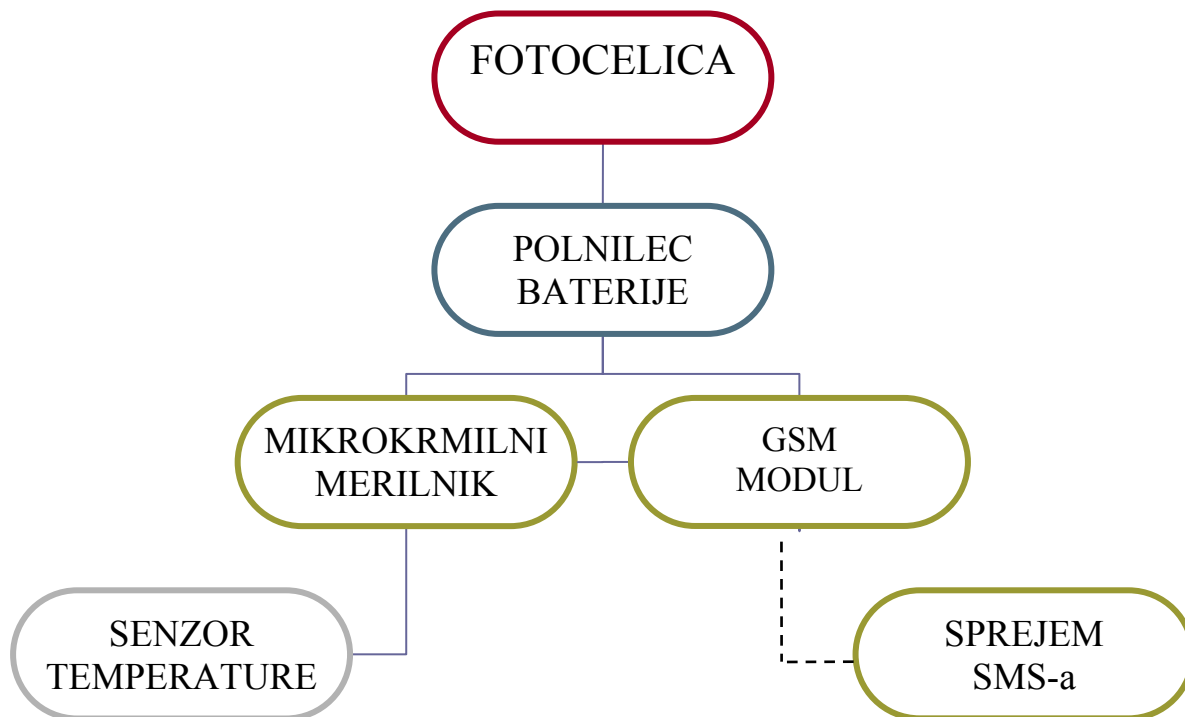
Na trgu je zelo malo ponudb za merilnike temperature v kombinaciji z GSM modulom. V internetni ponudbi sem zasledil dva primerljiva izdelka. Prvi, za ceno 150 €, ponuja samodejno obveščanje meritev temperature preko SMS-a, če temperatura prekorači v naprej nastavljeno določeno vrednost, vklop in izklop naprav vseh nazivnih napetosti in tokov. Drugi mnogo dražji, za malo manj kot 600 €, pa ponuja mnogo več rešitev. Kot prvo opozorila prek SMS-a, klic na določeno telefonsko številko, tudi preko e-pošte. Kot drugo pa še status na zahtevo prek SMS-a in telefonskega klica, na voljo je tudi ukaz za e-pošto. Poleg vsega pa sistem avtomatsko shranjuje meritve v zelenem intervalu, na dograjen pomnilnik, kar pa nam kasneje omogoča grafično obdelavo podatkov na računalniku. Za to ceno ponujata le izdelek brez izvora energija. Ob raziskavi bom ocenil vrednost izdelka, primerno za trženje in v razpravi primerja ta dva izdelka z mojim.

2.2 *Hipoteze*

- fotocelica manjše moči je sposobna napajati izdelano vezje
- neprekinjeno delovanje vezja
- odvisnost porabe
 - od oscilatorja (notranji, zunanji)
 - od pogostosti pošiljanja
 - od dosegljivosti omrežja glede iz reference dosegljivosti omrežja.
- cenovna ugodnost glede na obstoječe ponudbe na trgu

3 Opis raziskovalnih metod

Celotno vezje je sestavljen iz manjših elektronskih komponent. Slika 1 predstavlja katere so in prikazuje tudi njihovo medsebojno odvisnost.



Slika 1 Diagram sestave sistema

Za lažje razumevanje delovanja vezja, sem poiskal literaturo opisa uporabljenih komponent in jih strnil v pregledne zapiske.

3.1 ATmega16

Je visokotehnološki, nizko potratni, 8-bitni mikroračunalnik. Proizvaja ga podjetje Atmel. Ponuja številne rešitve na področju elektrotehnike. Njegov osnovni gradnik je silicij. Osnovna zgradba mikroračunalnika je podobna navadnim, osebnim računalnikom. V njem se nahaja centralno procesna enota, pomnilnik za programe (ROM), pomnilnik za podatke (RAM) in še paralelna ter serijska vrata. Poleg tega ima vgrajene še dodatne funkcijske enote, kot so pretvorniki analognega v digitalno in obratno, časovnik, prekinitveni sistem, pulzno širinska modulacija (PWM), močnostni vhodi in izhodi.

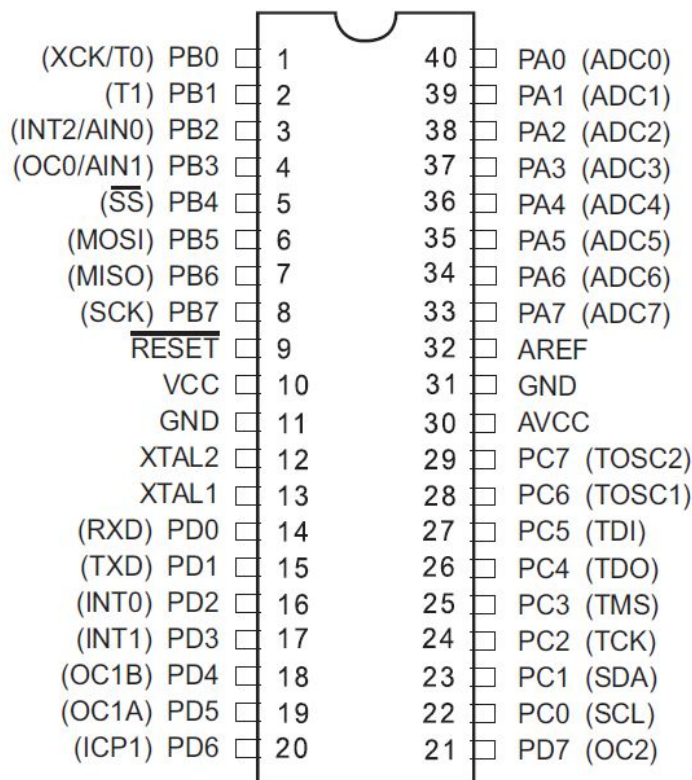
Vrednosti vgrajenih funkcij:

- 16 Kb FLASH pomnilnika
- 1 Kb SRAM pomnilnika
- 512 b EEPROM pomnilnika
- 8-kanalni 10 bitni ADC

Mikroračunalnik je možno na novo programirati, to pa lahko izvedemo do deset tisočkrat. Podatke je zmožen ohraniti do 20 let pri 85 °C in 100 let pri 25 °C. Program, ki ga shranimo na mikroračunalnik, lahko tudi zaščitimo pred kopiranjem vendar s tem tudi onemogočimo, da bi lahko kasneje kar koli spreminjali na njemu.

Nazivna poraba pri nastavljeni frekvenci oscilatorja 1 MHz, delovni napetosti 3V in temperaturi okolice 25 °C, za različne načine delovanja je sledeča:

- aktivno delovanje: 1,1 mA
- v pripravljenosti: 0,35 mA
- ugasnjen: <1 µA



Slika 2 Priključki mikroračunalnika ATmega16

3.2 LM35

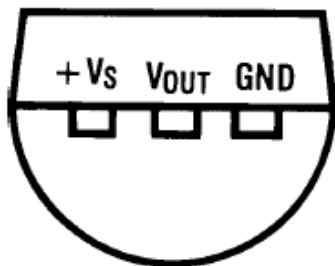
Natančen stopinjski temperaturni senzor

Napetostni izhod temperaturnega sensorja LM35 je premo sorazmeren s Celzijevu temperaturno skalo. Sam senzor ne zahteva nobene zunanje nastavitve za določanje natančnosti, saj ja natančnost sensorja ob samostojnem delovanju $\pm 1/4$ °C pri sobni temperaturi. V merilnem območju od -55 °C do +150 °C pa je natančnost merilnika $\pm 3/4$ °C. Odčitavanje temperature je zelo preprosto zaradi linearnega izhoda in nizke izhodne upornosti. Nanj moram le priključiti napajanje. Ob delovanju se ne greje veliko, saj ima majhno moč ob toku 60 μ A in se tako ob konstantni temperaturi zraka pridobi le do 0,1 °C. V poskusu sem uporabil senzor v plastičnem ohišju z oznako T0-92.

Pregled lastnosti sensorja

- Nastavljen po Celzijevi skali
- linearnost faktorja skale + 10.0 mV/°C
- merilno območje od -55° do +150 °C
- primeren za oddaljeno delovanje
- nizka cena
- delovna napetost od 4 V do 30 V
- poraba toka manj kot 60 μ A
- nizko lastno ogrevanje
- nizka izhodna upornost

Na +V_s in GND priključimo napajanje, med V_{out} in GND pa merimo izhodno napetost.



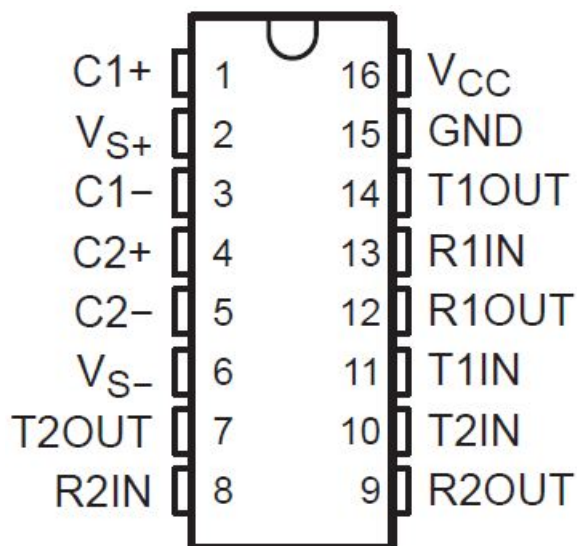
Slika 3 LM35 pogled od spodaj

3.3 MAX232

MAX232 je integrirano vezje, ki pretvori signal iz RS-232 serijskih vrat v signal primeren za uporabo v TTL združljivih digitalnih logičnih vezij. MAX232 ima vgrajen dvojen sprejemni/oddajni del, ki pretvarja signale RX, TX, CTS in RTS. Pri tej raziskovalni nalogi sem potreboval le RX in TX signale.

Oddajni del priskrbi višino napetosti izhoda RS-232, ki je približno ± 7.5 V, iz izvora 5 V s pomočjo vgrajenih povečevalnikov napetosti, ki pa delujejo pravilno le tako da jim od zunaj priključimo kondenzatorje. Ta funkcija je zelo uporabna v sistemih, kjer sicer ne potrebujemo napetosti višjih od 5 V, torej nam za uporabo RS-232 ni potrebno posebej prilagajati izvora električne napetosti.

Sprejemni del pa zmanjša napetost iz RS-232, ki pa lahko doseže napetosti do ± 25 V, v napetost 5 V, ki je standardna za TTL vezja. Ta sprejemni del ima tipičen prag napetosti 1,3 V, in tipično histerezno napetost ki znaša 0,5 V.



Slika 4 Priključki integriranega vezja MAX232

3.4 Siemens TC35i

TC35i terminal podpira dva različna frekvenčna pasova. Posebej je oblikovan za glasovno in faks komunikacijo ter aplikacije za pošiljanje manjše količine podatkov. Ohišje enote je izdelana iz robustnega materiala, vgrajene pa ima standardne priključke in režo za SIM kartico.

Glavne lastnosti:

- Frekvenčni pas GSM 900/1800 MHz
- Izhodna moč:
 - razred 4 (2 W) za EGSM900
 - razred 1 (1 W) za GSM1800
- Nadzor z AT ukazi
- Orodja za upravljanje SIM
- Vhodna napetost od 8 do 30 V
- Obseg temperature
 - Normalno delovanje: -20 °C to +70 °C
 - omejeno delovanje: -25 °C to +75 °C
 - izklop: +80 °C
 - spomin: -40 °C to +85 °C
- Mere: 65 x 74 x 33 mm
- Teža 130 g

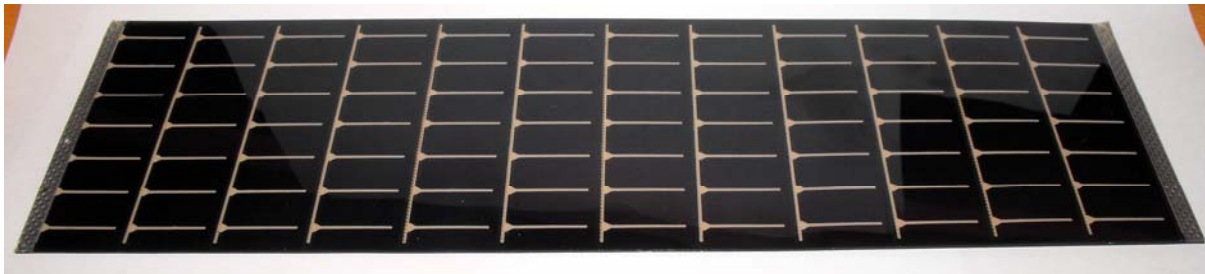


Slika 5 GSM modul Siemens TC35i

3.5 Solarna celica

Fotocelice energijo vpadle svetlobe pretvarjajo neposredno v električno energijo. To jim omogoča izkoriščanje foto napetostnega pojava. Zelo dobro raziskane in že precej komercialno uporabljene fotocelice so tiste, ki uporabljajo Sonce kot konstanten, dobro poznan in brezplačen vir.

Na jasen dan prileti na kvadratni centimeter Zemljinega površja vsako sekundo približno $4,4 \times 10^{17}$ fotonov. Samo fotone z energijo, ki je večja od širine energijske reže, lahko sončna celica pretvori v električni tok. Le tak foton lahko namreč izbije elektron iz valenčnega pasu v prevodni pas, ko vstopi v polprevodnik. Ker za njim ostane vrzel v valenčnem pasu, tako nastane par elektron-vrzel. Odvečna energija, ki jo par elektron vrzel še ima, se spremeni v toploto in ta za nas ni več uporabna. Električno polje loči in povleče elektrone iz prehodnega področja v polprevodnik tipa n in vrzeli v polprevodnik tipa p. Elektroni in vrzeli se nato v nevtralnem delu polprevodnika z difuzijo premikajo proti kontaktoma. Ločitev elektronov in vrzeli povzroči napetostno razliko na kontaktih, ki ob priključitvi porabnika požene električni tok IS. Le ta ima nasprotno smer od toka skozi polprevodniško diodo, ki je priključena na zunanjo napetost v prevodni smeri.



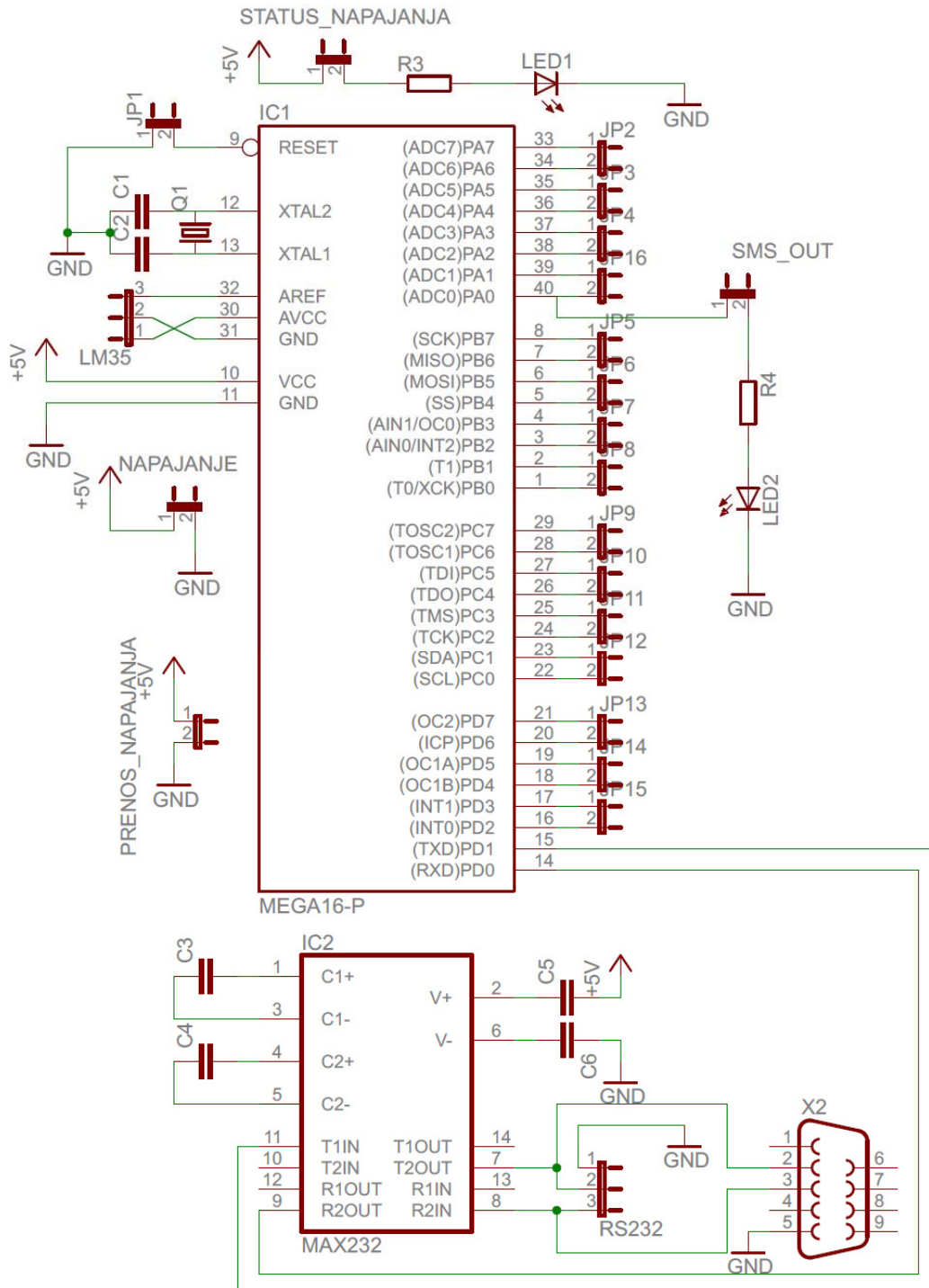
Slika 6 Fotocelica

Lastnosti fotocelice (na sliki)

- Napetost 7.20 V
- Tok 100mA (0.10 A)
- Napetost odprtih sponk 10.5 V
- Tok v kratkem stiku 120mA (0.12 A)
- Debelina 0.6 mm
- Dimenzija celotne celice 75 x 253 mm
- Teža 12.9 g

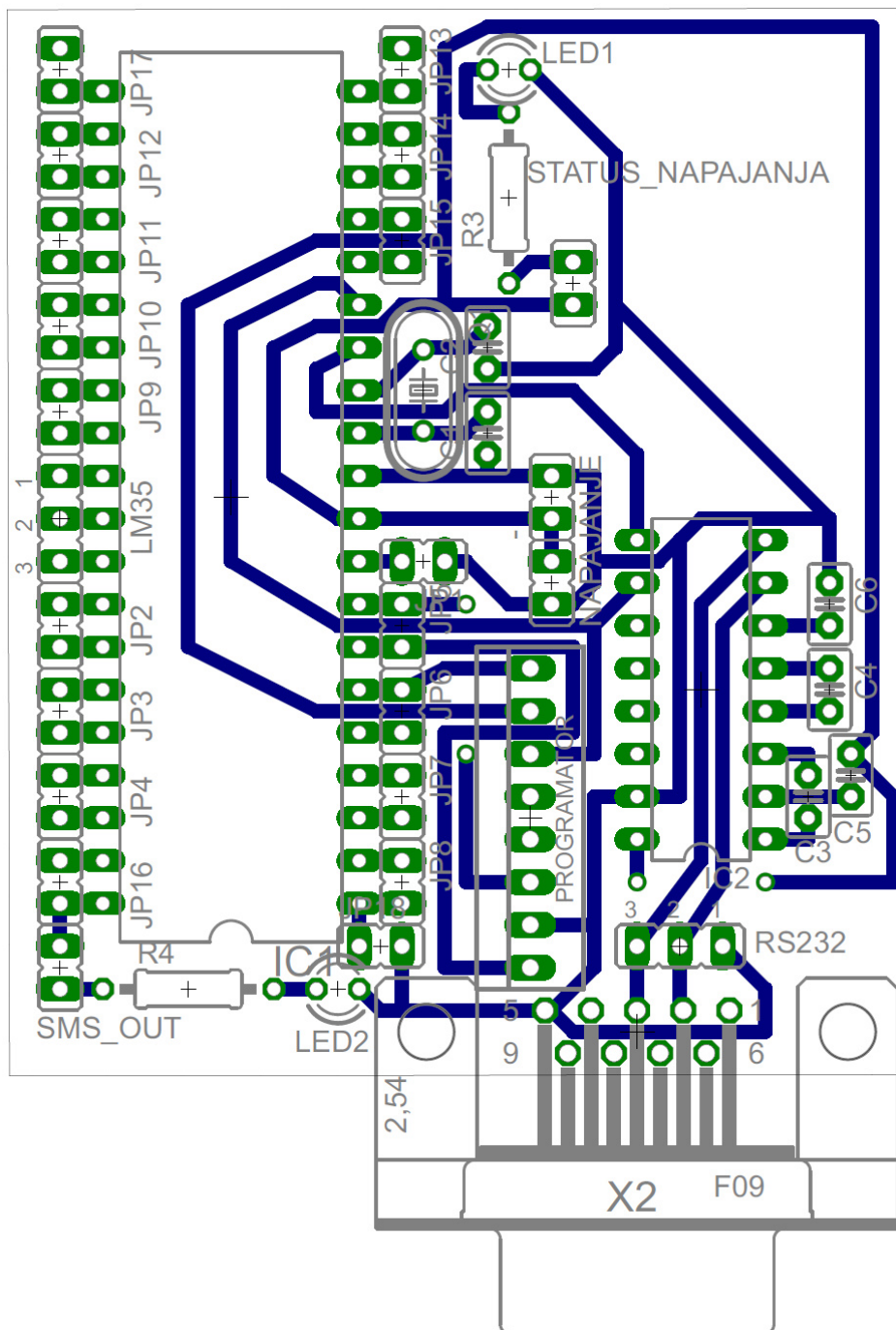
3.6 Merilno vezje

Najpomembnejši del tega vezja je mikroračunalnik ATmega16. Nanj je priključen senzor LM35, s pomočjo katerega lahko zaznava želeno merjeno temperaturo. S pomočjo integriranega vezja MAX232 pa lahko komunicira z GSM modulom. V vezje sem vključil še indikacijo stanja napajanja. Prostim priključkom mikroračunalnika pa sem dodal razširitvene priključke za možnost kasnejše nadgradnje tega vezja, tako bo lahko na primer ob nadgradnji programske opreme merilnik prikazoval temperaturo še preko ustreznega LCD prikazovalnika.



Slika 7 Shema merilnega dela

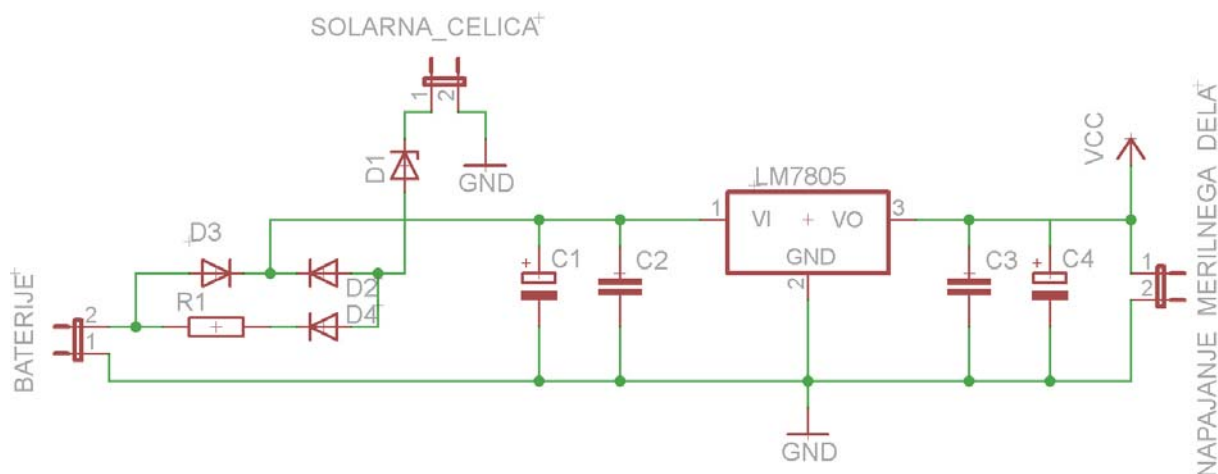
Za realizacijo vezja sem v programu Eagle sestavil tiskano vezje, katerega smo izdelali s pomočjo rezkalnega stroja.



Slika 8 Priprava za tiskano vezje merilnega dela

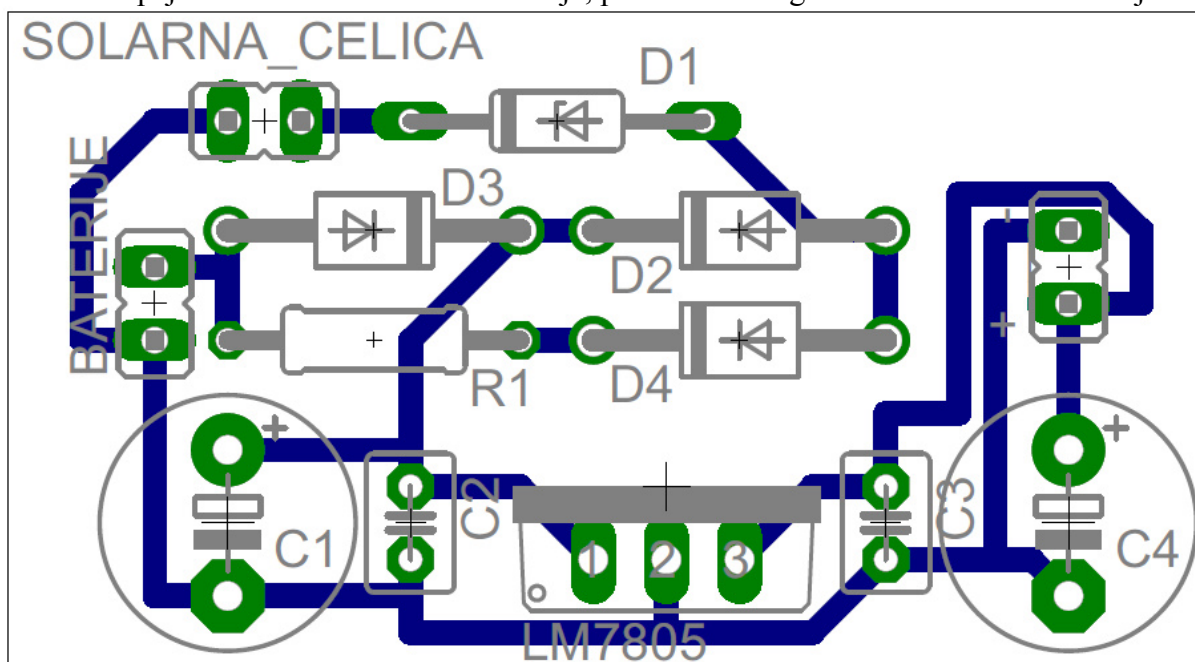
3.7 Napajalno vezje

Vežje predstavlja napajalni del za merilni del. Nanj lahko priključimo solarno celico in akumulatorske baterije, katere se polnijo z preostalim delom električne energije, ki ga merilno vežje ne porabi. S takšno izvedbo napajalnega dela je omogočeno delovanje merilnega dela tudi ob odsotnosti sončne energije, saj se takrat vežje napaja iz priključenih akumulatorskih baterij. Stabilizator napetosti LM7805 nam omogoča, da je priključna napetost 5 V konstantna in ne niha.



Slika 9 Shema napajalnega vezja

Tudi za napajalni del sem moral izrisati vežje, prav tako smo ga izdelali z rezkalnim strojem.



Slika 10 Priprava za tiskano vežje napajalnega dela

4 Predstavitev rezultatov raziskovanja

Meritve sem izvajal z univerzalnim merilnikom Powerfix KH 3320.

Iz dobljenih rezultatov sem ugotovil, da frekvenca oscilatorja mikroračunalnika zelo vpliva na porabo energije. Ob dveh izbranih frekvencah oscilatorja, 16 MHz in 1 MHz, je razlika ob porabi kar dvojna pri vseh načinih, ki sem jih izbral. Torej z višjo frekvenco oscilatorja, je mikroračunalnik porabljal več energije, ker pa je za mojo raziskavo pomembno, da zmanjšam porabo, to pomeni da bom za končno delovanje izbral nižjo frekvenco oscilatorja.

Ker merilnik temperature porabi dosti manj električne energije, kot jo je sposobna proizvesti fotocelica, sem v napajalni del vključil polnilne baterije, ki bodo odvečno energijo shranjevale za delovanje v odsotnosti sončne svetlobe.

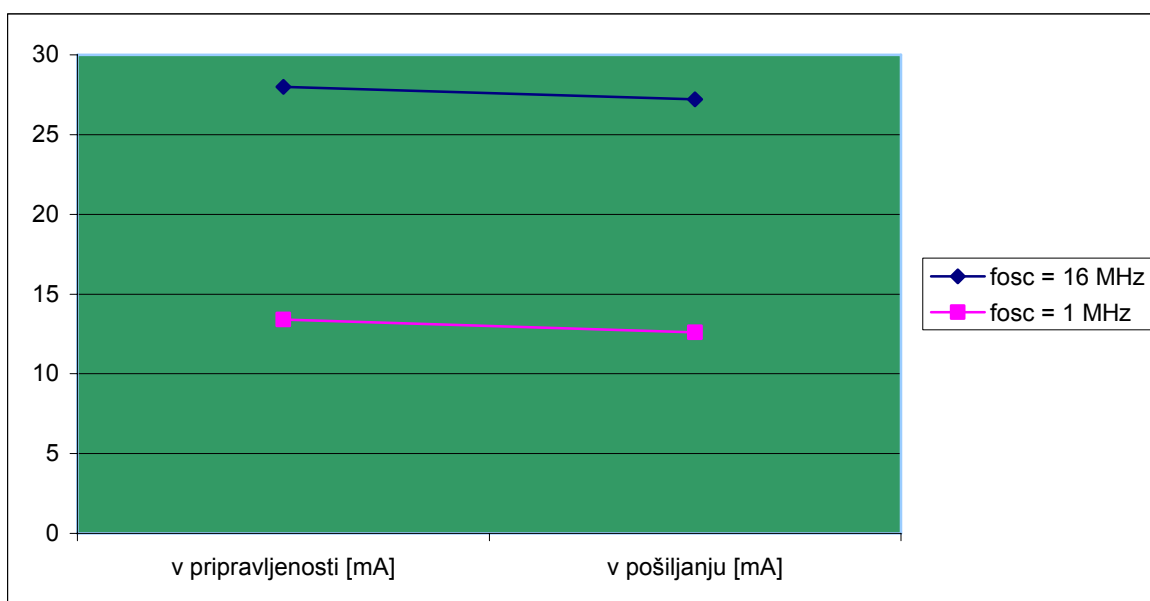
Težava se je pojavila ob uporabi GSM modula. Ker ta modul potrebuje za normalno delovanje napetost vsaj 8 V, izbrani izvor napetosti, fotocelica, ni primerna za vzdrževanje še te naprave. Za rešitev tega problema bi moral poiskati GSM modul, ki bi deloval normalno pri napetosti 5 V, vendar sklepam, da takšen GSM modul zahteva večji pritok toka, saj se je pri izbranem GSM modulu, tok povečeval z zmanjševanjem napetosti.

4.1 Meritve

Pri vhodni napetosti vezja 5 V sem meril, kakšen tok je tekkel skozi vezje merilnika temperature. Na podlagi podatkov sem nato izdelal graf.

stanje	$f_{osc} = 16 \text{ MHz}$		$f_{osc} = 1 \text{ MHz}$	
	v pripravljenosti [mA]	v pošiljanju [mA]	v pripravljenosti [mA]	v pošiljanju [mA]
z LED diodam	30,9	32,6	17,8	15,9
brez LED diod	28	27,2	13,4	12,6

Preglednica 1 Meritve porabe merilnika



Slika 11 Primerjava porabe ob različni frekvenci oscilatorja

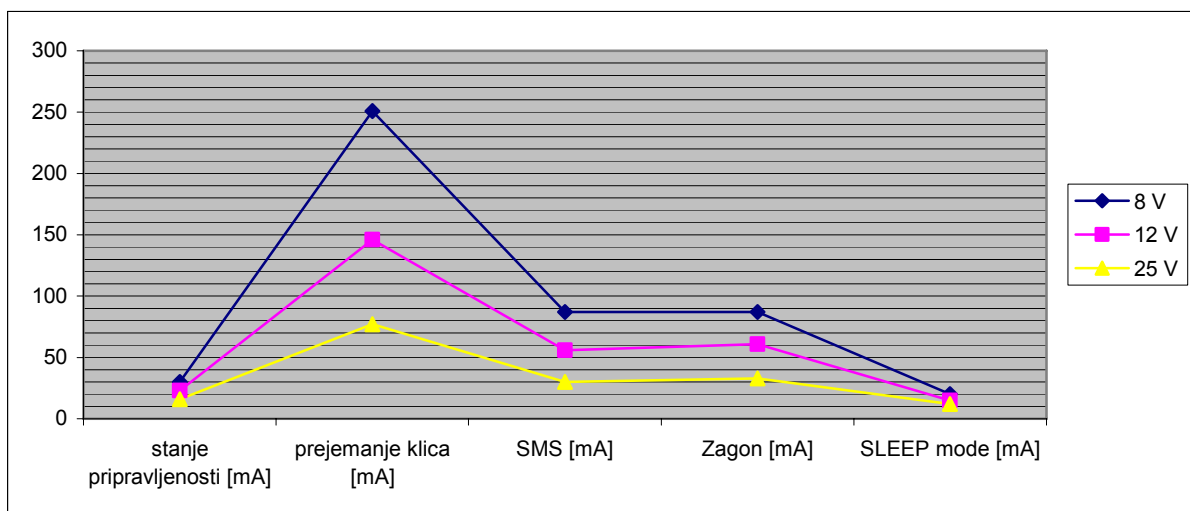
Graf prikazuje primerjavo porabe med dvema načinoma delovanja mikroračunalnika. Višja črta na sliki 11 prikazuje porabo delovanja pri frekvenci 16 MHz zunanjega oscilatorja. Leva točka označuje porabo v stanju pripravljenosti, desna točka pa porabo v času pošiljanja meritev. Spodnja, roza črta, pa prikazuje porabo mikroračunalnika z uporabo frekvence 1 MHz notranjega oscilatorja.

Porabo GSM modula sem moral meriti ločeno, saj za svoje delovanje potrebuje višjo napetost, kot merilnik temperature. Rezultati so navedeni v spodnji tabeli.

delovna napetost	stanje pripravljenosti [mA]	prejemanje klica [mA]	SMS [mA]	Zagon [mA]	SLEEP mode [mA]
8 V	30	251	87	87	20
12 V	23	146	56	61	15
25 V	16	77	30	33	12

Preglednica 2 Meritev porabe GSM modula

Največ toka je GSM modul porabil ob vzpostavljanju dohodnega klica in se je pokazalo, da je ta funkcija zelo potratna, torej je to funkcijo pametno uporabiti le ob dovolj zmogljivem izvoru električne energije. Pošiljanje SMS-a je potrošilo približno enako energije kot zagon modula. Ker se je poraba ob tej funkciji dosti povečala, moramo to pri izbiri intervala obveščanja o temperaturi tudi upoštevati.



Slika 12 Primerjava porabe ob različnih stanjih GSM modula

V grafu zgoraj (Slika 12) je lepo razvidno, kako se je tok povečeval z zmanjšanjem vhodne napetosti. Za meritev sem izbral najpogostejše situacije ob uporabi GSM modula.

4.2 Razprava

Glede na prvo hipotezo, ki se glasi, da je fotocelica manjše moči sposobna napajati izdelano vezje, sem ugotovil, da izbrana fotocelica z manjšo močjo, ni primerna za napajanja izdelanega vezja.

Za hipotezo, da lahko vezje deluje neprekinjeno, je veliko možnosti, da jo ovržem, ker je veliko vplivov v okolju, ki lahko prekine normalno delovanje. Na primer zaradi pomanjkanja sončne energije, se lahko polnilne baterije popolnoma izpraznijo.

Pri hipotezi za odvisnost porabe, sem naštel več možnosti. Kot prvo, da izbira oscilatorja vpliva na porabo energijo. To hipotezo lahko potrdim saj je na porabo merilnega dela izbira oscilatorja oz. delovne frekvence oscilatorja zelo vplivala. Z zmanjšanjem frekvence oscilatorja mikroročunalnika se je poraba zmanjšala. Kot drugo, da pogostost pošiljanja vpliva na porabo, tudi drži, saj moramo pogostost pošiljanja smotno nastaviti glede na sposobnost izvora napetosti in ob uporabi fotocelice še na lego merilnega območja ter glede na to koliko sončne energije omogoča skozi dan. Kot tretjo možnost pa sem navedel, da je poraba odvisna tudi od dosegljivosti omrežja glede iz reference dosegljivosti omrežja. Zaradi zadostne pokritosti signala naših operaterjev je težje najti točke, kjer primanjkuje moči signala, izjemoma ob meji. Teh meritev se nisem lotil zaradi odsotnosti primernejše opreme, vendar lahko sklepam, da se poraba GSM modula zelo poveča ob manjši moči signala.

Pod zadnjo hipotezo, pa sem si zadal, da ugotovim, če je izdelava takšnega sistema cenovno ugodnejša od obstoječih ponudb. Ugotovil sem, da večji del stroška predstavlja le GSM modul. Kakršna koli kasnejša nadgradnja sistema je tudi možna, in ne predstavlja večjega stroška, saj je več težav kasneje le v programskem delu sistema. Končna cena ne presega cene ponudb na trgu, ki sem jih zasledil.

5 Zaključek

Poraba merilnega dela v primerjavi z močjo fotocelice ni tako visoka. Ob odsotnosti GSM modula, bi fotocelica lahko bila sposobna vzdrževati vezje z zadostno količino električne energije. Če pa bi GSM modul zamenjali s primernejšim, ali pa uporabili fotocelico z višjo napetostjo, bi skupaj s polnilnimi baterijami dobili več možnosti za avtonomno delovanje izključno ob prisotnosti le sončne energije. Za to je potrebno poskrbeti tudi ob postavitvi fotocelice, da čim bolj izkoristi sončno energijo, ki je na voljo skozi dan.

Ker je možno, da se polnilne baterije izpraznijo zaradi odsotnosti sončne energije, se sistem ponovno lahko vzpostavi le ob pojavitvi sončne energije.

Z letnim časom se tudi spreminja količina uporabne sončne energije, kar tudi vpliva na pogostost pošiljanja meritve.

Za uporabo takšnega sistema, je potrebno na območjih z nižjo stopnjo signala omrežja zagotoviti zanesljivejši izvor električne energije, za boljšo dosegljivost pa lahko poskrbimo z dovolj zmogljivo anteno za sprejem signala.

Za zamenjavo tega GSM modula je primeren že kakšen starejši tip mobilnega telefon, ki podpira funkcijo AT ukazov, s pomočjo katerih tudi deluje komunikacija med mikroročunalnikom in GSM modulom. Tako se celoten sistem zelo poceni, izdelamo pa lahko do vsaj petkrat cenejši sistem, glede na ponudbe na trgu, ki sem jih našel.

Teze lahko tako le delno potrdim.

ZAHVALA

Za veliko vloženega truda in časa ter strokovnega svetovanja se posebej zahvaljujem mentorju Gregorju Kramerju. Za pomoč pri izdelavi vezja se zahvaljujem še g. Holobarju. Za znanje, ki sem ga potreboval ob izdelavi raziskovalne naloge, se pa zahvaljujem še profesorjem, ki so mi to znanje posredovali skozi vsa leta šolanja.

6 VIRI

Internetni:

- http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf (20. 3. 2011)
- <http://www-fl.ijs.si/~ziherl/fotocelice.pdf> (20. 3. 2011)
- <http://www.national.com/mpf/LM/LM358.html#Overview> (20. 3. 2011)
- http://www.sendsms.cn/download/tc35i_atc_v0103_1073581.pdf (20. 3. 2011)

Zapiski pri strokovnih predmetih

- DIT
- MRG
- EVN
- AVT

IZJAVA*

Mentor (-ica), _____, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi naslovom _____, katere avtorji (-ice) so _____, _____, _____ :

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu;
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na spletnih portalih z navedbo, da je nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Šola

Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

* Pojasnilo

V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno **podpisano izjavo mentorja(-ice) in odgovorne osebe šole uvezati v izvod za knjižnico**, dovoljenje za objavo avtorja(-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor(-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.