



ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

Vodenje rastlinjaka

RAZISKOVALNA NALOGA

Mentor:

Gregor Kramer, univ. dipl. inž. el

Avtor:

David Herič, E-4b

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2013

1. Kazalo

Vsebina

1. Kazalo	2
1.1. Kazalo slik	3
2. Kazalo tabel	3
3. Povzetek in ključne besede	4
3.1. Povzetek	4
3.2. Ključne besede	4
4. Uvod	5
4.1. Opis raziskovalnega problema	5
4.2. Teze/Hipoteze	5
4.3. Primerjanje z obstoječimi napravami	6
4.4. Opis raziskovalnih metod	7
5. Osrednji del naloge	8
5.1. Predstavitev rezultatov raziskovanja	8
5.2. Opis komponent	9
5.2.1. SHT11	9
5.2.2. ATMEGA32	11
5.2.3. ENC28J60	11
5.3. Izdelava vezij	12
5.3.1. Relejna plošča	12
5.3.2. Senzorsko vezje	13
5.4. Izhodi LPT konektorja	14
5.5. Izdelava ohišja	15
5.6. LCD prikazovalnik	16
6. Risanje in izdelava vezij ter izpopolnjevanje projekta	16
6.1. Altium designer	16
6.2. Bascom	17
6.3. Programiranje mikrokrmilnika	17
6.4. Netserver	18
7. Razprava	19
8. Zaključek	20

9. Viri in literatura.....	21
10. Zahvala.....	22

1.1. Kazalo slik

Slika 1: Temperaturni regulator ETC 100	6
Slika 2: Slika vezave projekta.....	8
Slika 3: AVR-NET-IO plošča.....	8
Slika 17: Senzor SHT11	9
Slika 18: Graf točnosti merjenja vlažnosti.....	10
Slika 19: Graf točnosti merjenja temperature	10
Slika 20: Mikrokontroler ATMEGA32	11
Slika 21: Čip ENC28L60.....	11
Slika 22: Konektor RJ45.....	11
Slika 4: Shema relejne plošče	12
Slika 5: Tiskanina relejne plošče.....	13
Slika 6: Senzorsko vezje.....	13
Slika 7: Tiskanina senzorskega vezja	14
Slika 8: Shema izhodov LPT konektorja	14
Slika 9: Tiskanina izhodov LPT konektorja	15
Slika 10: Vežja v ohišju.....	15
Slika 11: Končni zgled ohišja	16
Slika 12: Program Altium designer	16
Slika 13: Bascom AVR.....	17
Slika 14: Pololu AVR ISP programator	17
Slika 15: Aplikacija na računalniku	18
Slika 16: Brežični prikaz na LCD.....	18

2. Kazalo tabel

Tabela 1: Točnost merjenja vlažnosti.....	9
Tabela 2: Točnost merjenja temperatur.....	10
Tabela 3: Ime signalov na konektorju RJ45.....	11

3. Povzetek in ključne besede

3.1. Povzetek

Naloga ki sem si jo zadal je bila, da naredim krmilno vezje, ki mi bo v rastlinjaku vzdrževalo želeno temperaturo. Pozimi, ko je zunaj mrzlo, bi prostor grela električna peč, poleti pa bi temperaturo uravnavala loputa na strehi, ki jo je potrebno trenutno odpirati in zapirati ročno. Za električno peč trenutno skrbi temperaturni regulator. Vse to, bom nadomestil z mikroprocesorjem, ki bo skrbel, da se bo v prostoru vzdrževala želeno temperatura. Vsemu temu bi na koncu v rastlinjaku še dodal brezžični router, preko katerega bi lahko na računalniku ali telefonu nadzoroval temperaturo in vlago v rastlinjaku. Možno bi bilo tudi odpiranje in zapiranje prezračevalne lopute preko računalnika ali telefona.

Z zaključkom raziskovalne naloge sem zadovoljen, saj mi je uspelo brezžično nadzirati temperaturo v rastlinjaku.

3.2. Ključne besede

Atmega32 – Mikrokrmilnik

ENC28J60 – Samostojni mrežni kontroler z SPI vmesnikom

SHT11 – Senzor vlage in temperature

Router – Brezžični modem

AVR-NET-IO – Testna plošča z ethernetom

TCP/IP – protokol za nadzor prenosa/internetni protokol

4. Uvod

4.1. Opis raziskovalnega problema

Ker je za pravilno vzgojo rastlin zelo pomembna tudi temperatura prostora, je bila moja naloga, da v rastlinjaku vzdržujem dokaj konstantno temperaturo. Ker se v času vzgoje rastlin spreminjajo tudi vremenski pogoji, sem se odločil za avtomatsko odpiranje in zapiranje prezračevalne lopute v rastlinjaku in vklop/izklop peči.

Sedaj zračno loputo odpiramo in zapiramo ročno, električno peč pa vklopja temperaturni regulator. Optimalne zadeve je s tem postopkom težko vzdrževati, saj rastline za vzgojo potrebujejo temperaturo okrog 20°C, vlažnost pa mora biti nizka, saj v nasprotnem primeru pride do bolezni rastlin. Vlažnosti do sedaj sploh nismo mogli nadzirati in smo reagirali po občutku.

Pri lokalnem vodenju bom s pomočjo stikal in tipk lahko vklopil in izklopil peč, reguliral motor in stanja prikazoval na LCD prikazovalniku. Pri daljinskem vodenju bom prav tako lahko reguliral peč in elektromotor za loputo.

4.2. Teze/Hipoteze

- Nadzor nad napravami v rastlinjaku je izveden brezžično.
- Ogrevanje in prezračevanje se izvajata avtomatsko.

4.3. Primerjanje z obstoječimi napravami

Do sedaj sem za vžig peči uporabljal temperaturni regulator ETC 100, katerega cena je bila okoli 50€. Vse kar sem se odločil narediti (avtomatsko odpiranje lopute in brezžična komunikacija) je bila moja ideja in česa takšnega oziroma temu podobnega nisem našel na spletu. Strošek izdelave izdelka z komponentami, vključno z elektromotorjem (ampak brez električne peči), je bil okrog 150€. Predvidevam da, če bi hotel imeti vse funkcije v rastlinjaku, ki sem si jih jaz zaželel, ne bi na trgu našel za takšno ceno. Verjetno bi bila ta cena potrojena ali pa še kaj večja.



Slika 1: Temperaturni regulator ETC 100

4.4. Opis raziskovalnih metod

Zaradi dokaj ugodne cene, sem se odločil za nakup AVR-NET-IO plošče. Nato je sledilo iskanje literature o mikroprocesorju atmega32, senzorju SHT11 in mrežim kontrolerjem ENC28J60.

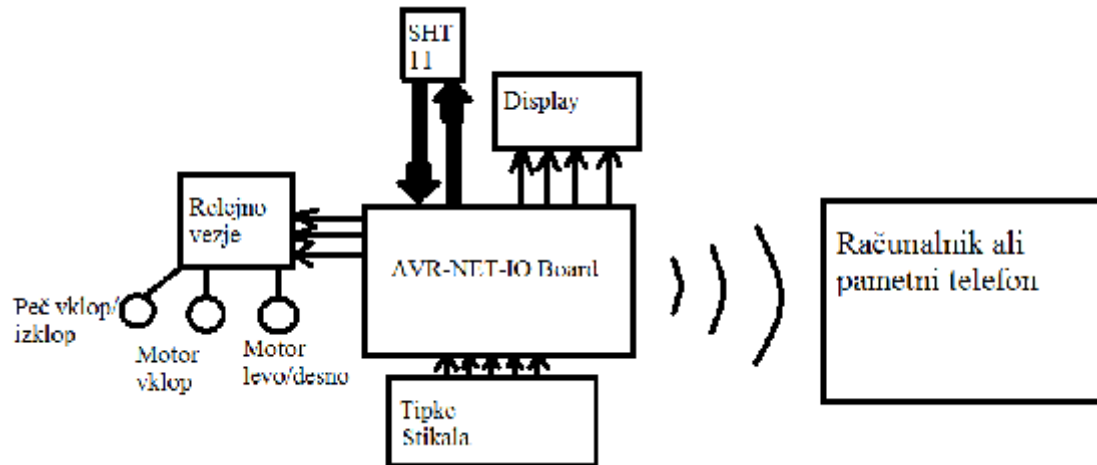
Poleg te plošče sem še moral narediti relejno vezje, senzorsko vezje in izhode iz LPT konektorja. Vse skupaj bom poskusil nadzorovati na LCD prikazovalniku.

5. Osrednji del naloge

5.1. Predstavitev rezultatov raziskovanja

Celotna naloga je zgrajena iz štirih vezij, in sicer AVR-NET-IO plošča, ki je glavna, relejno vezje, senzorsko vezje in izhodi LPT konektorja.

Vezava celega projekta:



Slika 2: Slika vezave projekta



Slika 3: AVR-NET-IO plošča

5.2. Opis komponent

5.2.1. SHT11

SHT11 je senzor za merjenje temperature in vlage. Senzor je zanesljiv in stabilen. Ima vrhunsko kakovost signala, hiter odzivni čas in neobčutljivost na zunanje motnje.

Tehnični podatki:

- Točnost sensorja: 3%
- Območje vlažnosti: 0% do 100%
- Občutljivost: $\pm 1\%$
- Izhod: Digitalni
- SMD
- Odzivni čas: 8s
- Nazivna napetost: 2,4V DC do 5,5V DC
- Minimalna temperatura: -40°C
- Maksimalna temperatura: $123,8^{\circ}\text{C}$
- Kapacitivni senzor
- Histereza: 1%
- Razmik nogic: 1,27mm
- Št. pinov: 8



Slika 4: Senzor SHT11

Iz spodnje tabele in grafa je razvidno, da je merjenj med 20 % in 80 % vlažnosti odstopanja $\pm 3\%$. Od 0 % do 10 % in 80 % do 100 % pa je odstopanja od $\pm 3\%$ do $\pm 5\%$. Pri temperaturi je najmanjše odstopanje pri 25°C in sicer $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$. Z naraščanjem ali padanjem temperature pa se odstopanje linearno viša, vendar ne doseže višjega odstopanja kot $\pm 2,3^{\circ}\text{C}$.

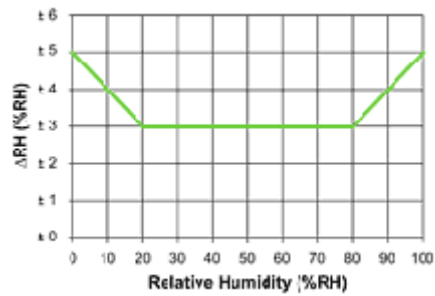
Relativna vlažnost (RH%)	$\Delta\text{RH} (\%)$
0	± 5
10	± 4
20	± 3
30	± 3
40	± 3
50	± 3
60	± 3
70	± 3
80	± 3
90	± 4
100	± 5

Tabela 1: Točnost merjenja vlažnosti

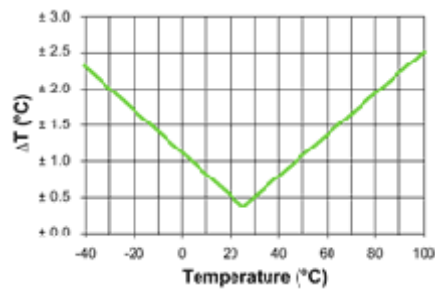
Vodenje rastlinjaka

Temperatura (°C)	ΔT (°C)
-40	$\pm 2,4$
-20	$\pm 1,7$
0	$\pm 1,1$
20	$\pm 0,5$
40	$\pm 0,8$
60	$\pm 1,4$
80	$\pm 2,0$
100	$\pm 2,5$

2: Točnost merjenja temperature



Slika 5: Graf točnosti merjenja vlažnosti



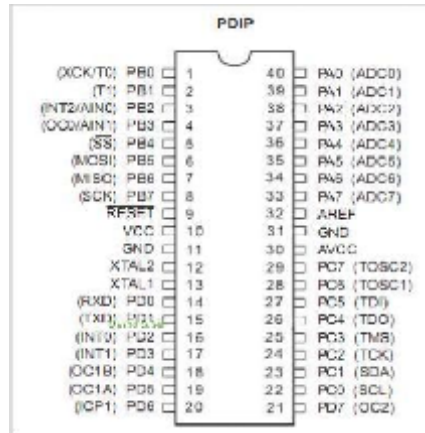
Slika 6: Graf točnosti merjenja temperature

Vodenje rastlinjaka

5.2.2. ATMEGA32

Tehnični podatki:

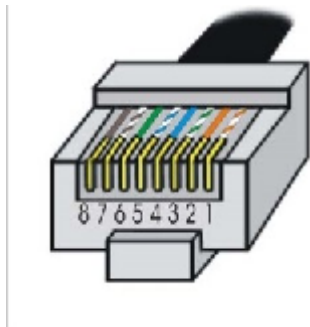
- 8-bitni mikrokrmilnik
- 1024Byte EEPROM
- dva 8-bitna časovnika
- eden 16-bitni časovnik
- štiri PWM kanale
- 8-kanalni 10-bitni ADC
- 8 enojni kanali
- 40 pinov
- napajanje od 2,7V do 5,5V



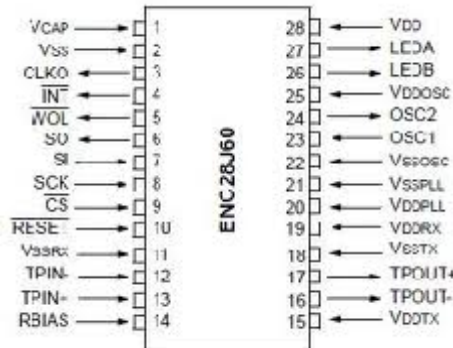
Slika 7: Mikrokrmilnik ATMEGA32

5.2.3. ENC28J60

ENC28J60 je samostojni mrežni krmilnik s serijskim perifernim vmesnikom(SPI). Služi kot omrežni vmesnik za vse mikrokrmilnike opremljene s SPIjem. Komunikacija z mikrokrmilnikom se izvaja preko SPI, s hitrostjo do 10Mbit/s.



Slika 9: Konektor RJ45



Slika 8: Čip ENC28L60

PIN	Ime signala
1	TX+
2	TX-
3	VDD
4	Ni povezan
5	Ni povezan
6	VDD
7	RX+
8	RX-

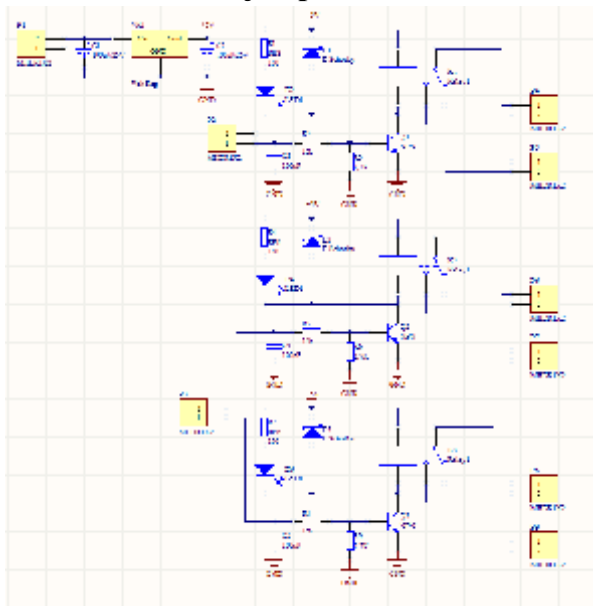
Tabela 3: Ime signalov na konektorju RJ45

5.3. Izdelava vezij

Vsa vezja so narisana v računalniškem programu Altium designer 9. Narisana vezja sem skopiral na prozorno folijo, ki je na eni strani hrapava, da se na njo prime barva. To folijo sem položil na fotopozitivno ploščo in jo postavil pod UV svetlobo za 3-4 minute. Nato sem ploščo dal v razvijalec, povezave so bile že malo vidne. V drugo posode sem vлил solno kislino (HCl) in peroksid (H_2O_2). Na plošči je ostal samo baker ki ni bil osvetljen. Sledilo je spajkanje komponent na ploščo. Uporabil sem tudi nekaj SMD komponent, katera sem moral prispajkati na spodnjo stran plošče, kjer so bile povezave.

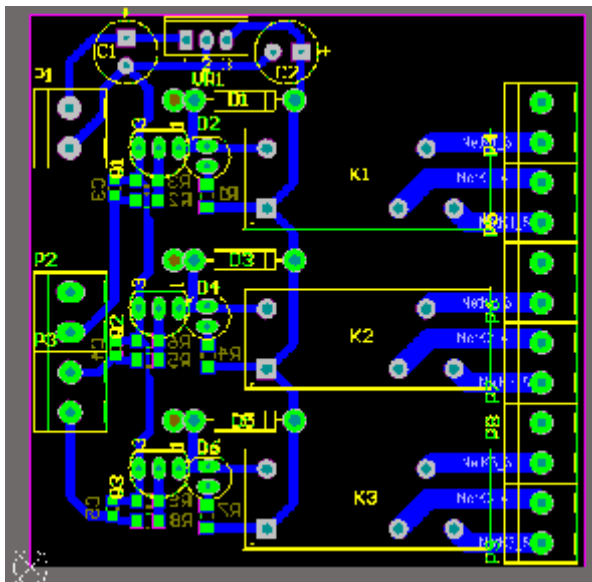
Nekaj težav sem imel z izdelavo prve plošče, ker sem naredil premočno raztopino iz solne kisline in peroksida.

5.3.1. Relejna plošča



Slika 10: Shema relejne plošče

Relejna plošča ima svoje napajanje. Nanjo je možno priključiti napetost do 24V. Uporabil sem stabilizator LM7805. To vezje je namenjeno temu, da se rele zagotovo sproži. Na vezje pripeljemo 3 izhode iz mikrokrmilnika, eden relejni izhod bo prožil vklop in izklop električne peči, drugi vklop in izklop elektromotorja in tretji smer vrtenja elektromotorja.

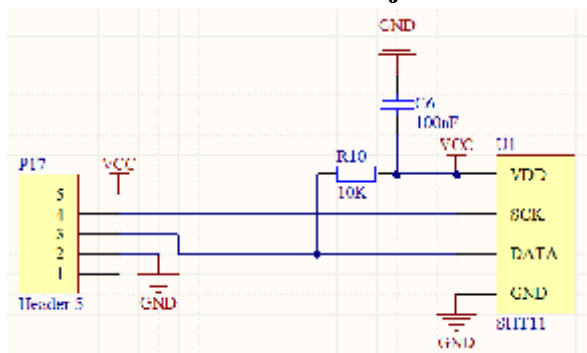


Slika 11: Tiskanina relejne plošče

Seznam materiala:

- 3x rele,
- 3x 150 Ω upor,
- 3x 15k Ω upor,
- 3x 2,7k Ω upor,
- 3x 100nF kondenzator,
- 3x 1N5822 dioda,
- 3x led dioda,
- 3x BC547 tranzistor,
- LM8705,
- 2x 100uF/25V kondenzator,
- vijačne sponke.

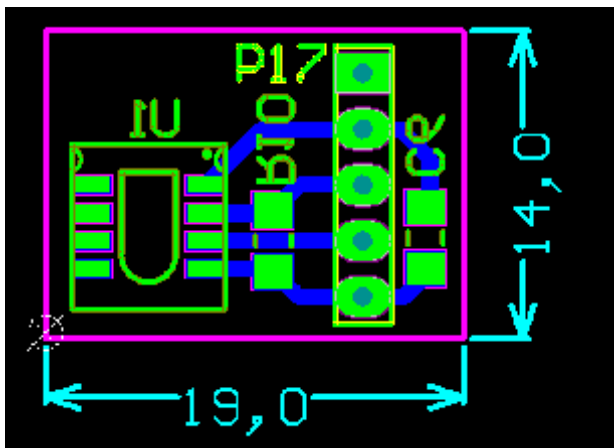
5.3.2. Senzorsko vezje



Slika 12: Senzorsko vezje

Vodenje rastlinjaka

Iz navodil senzorja SHT11 sem razbral, da moram senzorju vezati pull up upor in kondenzator, ki je vezan na maso. Pri spajkanju tega vezja sem moral biti zelo pozoren na SMD senzor SHT11, saj je zelo majhna in občutljiva komponenta. Paziti sem moral da ga nisem preveč zagrel, saj bi ga posledično lahko uničil.

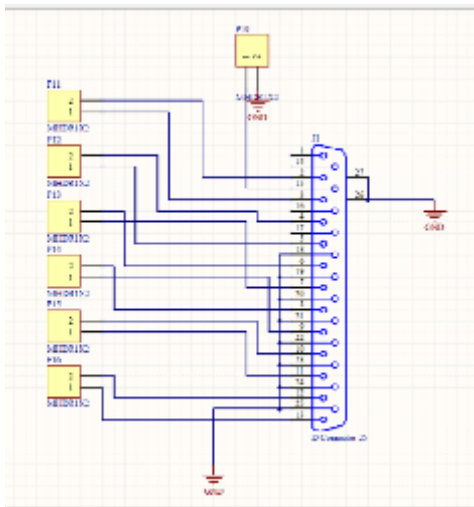


Slika 13: Tiskanina senzorskega vezja

Seznam materiala:

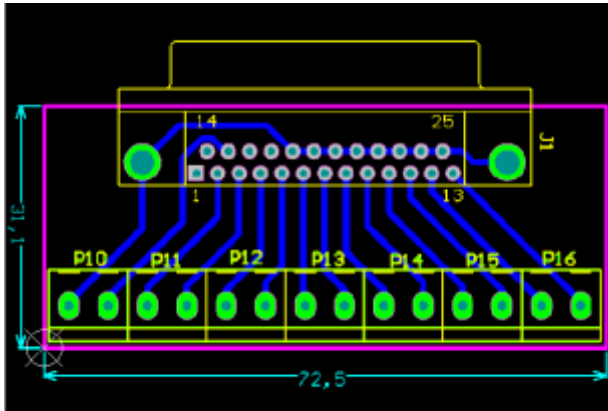
- senzor SHT11,
- 10kΩ upor,
- 100nF kondenzator.

5.4. Izhodi LPT konektorja



Slika 14: Shema izhodov LPT konektorja

Ker je na kit plošči AVR-NET-IO mišljen LPT konektor za izhode pinov, sem naredil ploščo, na kateri sem si umislil vijačne sponke, da bom lažje povezoval izhode pinov.



Slika 15: Tiskanina izhodov LPT konektorja

Seznam materiala

- LPT konektor
- Vijračne sponke

5.5. Izdelava ohišja

Vezja sem vstavil v plastično ohišje ter jih med seboj povezal. Ohišje je iz vseh strani zaprto, na vrhu je stikalo za izbiro ročnega ali avtomatskega delovanja. Druga dva stikala sta za vklop elektropeči in elektromotorja. Ohišje pa vsebuje tudi dve tipki za izbiro smeri vrtenja elektromotorja.



Slika 16: Vezja v ohišju

5.6. LCD prikazovalnik

Na LCD prikazovalniku bom prikazoval temperaturo in vlažnost, ki jo bo meril senzor SHT11. Ker ima vsak rele svojo življenjsko dobo, bo možno iz prikazovalnika razbrati število vklopov in izklopov posameznega releja. Prikazoval bom še stanje lopute (stopnja odprtosti) ter električne peči (vklopljena ali izklopljena).



Slika 17: Končni zgled ohišja

6. Risanje in izdelava vezij ter izpopolnjevanje projekta

6.1. Altium designer

Altium designer je programski paket za izdelavo tiskanih vezij. Za ta program sem se odločil, ker sem že v preteklosti delal z njim. Pri izdelavi te raziskovalne naloge sem svoje znanje poznavanja tega programa še samo utrdil. Zdi se mi zelo uporaben, saj si lahko po svoji želji urediš knjižnice.

Najprej izdelamo električno shemo v *schematicu*. Vse elemente in povezave prenesemo v PCB, kjer naredimo končno tiskanino. Ko rišemo tiskanino, so nam v pomoč pomožne črte, ki kažejo navidezne povezavi. Pomagajo nam pri postavitvi elementov, saj lahko predvidevamo, kje bodo potekale povezave. Možnost je tudi funkcije *Autorouter*, ki nam samodejno naredi povezave. Program podpira tudi SMD tehnologijo in pa možnost risanja 3D plošče. Program je dokaj zahteven za začetnike, ampak zelo priročen.



Slika 18: Program Altium designer

6.2. Bascom

Program Bascom je namenjen za programiranje mikrokrmilnikov družine ATMEL. Demo verzija programa je prosto dostopna na spletu.

Za uporabo tega programa sem se odločil, ker smo ga prejšnja leta uporabljali v šoli in sem že imel nekaj podlage pri znanju.

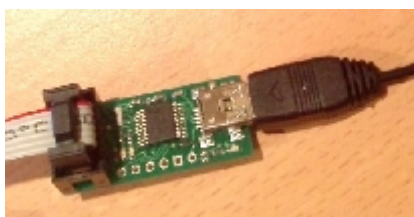


Slika 19: Bascom AVR

6.3. Programiranje mikrokrmilnika

Za programiranje mikrokrmilnika sem uporabil Pololu AVR ISP programator. Najprej sem moral na računalnik naložiti vse gonilnike tega programatorja. Za povezavo mikrokrmilnika s programatorjem sem uporabil AVR Stidio 4. Zapis programa na mikrokrmilnik pa sem izvedel z Bascom AVR.

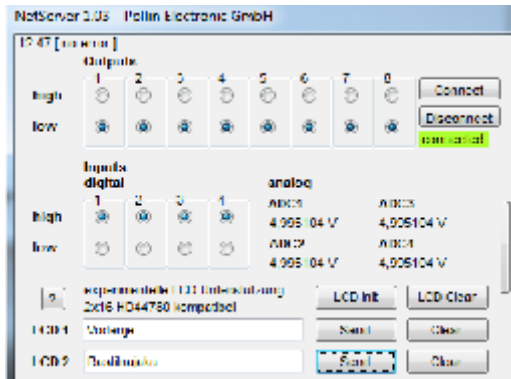
Ker je na mikrokrmilniku že tovarniško bil naložen program za komunikacijo ART-NET-IO plošče, sem moral poiskati izvorno kodo tega programa. To izvorno kodo sem skupaj z napisanim programom naložil na mikrokrmilnik. Napisati sem moral program za merjenje temperature in vlažnosti s senzorjem SHT11 in pa, da določeni izhodi reagirajo na stanje temperature. Če je izmerjena temperatura manjša od 11°C, se je aktiviral določen izhod, ki je zagnal električno peč. Peč je bila aktivna dokler ni senzor izmeril temperaturo 15°C. Če je izmerjena temperatura višja od 28°C, se je aktiviral izhod, ki je namenjen za vklop elektromotorja in pa še eden izhod, ki je določal smer vrtenja. Elektromotor se je vklapljal potopoma z višanjem temperature. Enako je bilo, ko se je temperatura nižala. Ko je elektromotor dosegel končna položaja, sta se aktivirala končna stikala, ki sta aktivirala takojšen izklop elektromotorja. Tako je delovalo, če je bila aktivno stikalo za avtomatsko delovanje. Če sem izbral ročno delovanje, sem lahko s pomočjo stikala ročno vklapljal in izklapljal električno peč. Loputo pa sem s pomočjo tik ročno odpiral in zapiral.



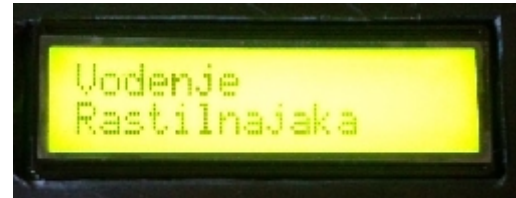
Slika 20: Pololu AVR ISP programator

6.4. Netserver

Poleg AVR-NET-IO plošče je bil priložen CD na katerem je bila aplikacija preko katere sem lahko brezžično komuniciral s to ploščo. Na spodnjih slikah je prikazana komunikacija med računalnikom in AVR-NET-IO ploščo.



Slika 21: Aplikacija na računalniku



Slika 22: Brezžični prikaz na LCD

7. Razprava

Raziskovalna naloga je uspešno zaključena. Pri raziskovanju sem imel eno zelo veliko težavo. Takoj ko sem dobil AVR-NET-IO ploščo sem jo testiral. Na mikrokrmilnik ATmega32 sem naložil svoj testni program, ki je deloval. Potem sem hotel to ploščo povezati z računalnikom preko mreže. Ugotovil sem, da sem s tem testnim programom povozil že naložen program, ki je bil namenjen za komunikacijo z računalnikom preko mreže.

Preteklo je kar nekaj časa, da sem ugotovil, kaj moram narediti. S pomočjo Bascoma sem moral naložiti na mikrokrmilnik heksa datoteko. Povrnil se je delujoči IP 192.168.0.90 preko katerega sem brez težav lahko povezal ploščo z računalnikom. Za brezžično povezavo sem moral računalnik povezati z routerjem, plošča pa je bila z mrežnim kablom povezana preko routerja. Tako sem lahko tudi preko telefona komuniciral s ploščo. Aplikacija za android telefon je bila prosto dostopna na *trgovina play*.

Prvo hipotezo ki sem si jo zadal, *nadzor nad napravami v rastlinjaku je izveden brezžično*, lahko delno potrdim. Naprave bo možno nadzirati samo takrat ko bom povezan z routerjem ki je v rastlinjaku. Možen bi bil tudi nadzor od kjerkoli, ampak mi tega ni uspelo izvesti zaradi pomanjkanja časa.

Drugo hipotezo, *ogrevanje in prezračevanje se izvajata avtomatsko*, lahko v celoti potrdim. Električna peč in elektromotor se bosta avtomatsko odzvala na stanje temperature ki jo bo meril senzor SHT.

8. Zaključek

S svojim izdelkom sem zelo zadovoljen, saj mi je eno hipotezo uspelo potrditi v celoti, druga pa vsaj delno.

Morda bi lahko izboljšal izdelavo vezij. Uporabil bi lahko boljšo postavitev komponent ter še ostale komponente zamenjal z SMD. Težave se lahko pojavijo pri relejih, saj imajo ti svojo življenjsko dobo, lahko bi uporabil dva releja z zaporedno vezavo in bi ob okvari enega še delovalo drugo.

Mislím, da sem se čez izdelavo te projektne naloge naučil veliko stvari, ki mi bodo koristile v življenju. Seveda pa mi je pral prišlo pridobljeno znanje iz šole.

9. Viri in literatura

Atmega32. Dostopno na:

<http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>

SHT11. Dostopno na:

http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf

ENC28J60. Dostopno na:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39662a.pdf>

10. Zahvala

Za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge, bi se najprej zahvalil mentorju Gregorju Kramerju univ. dipl. inž. el. za pomoč pri izdelavi naloge in deljenju njegovih idej ter nasvetov.

Zahvaljujem se tudi sošolcem, ki so mi pomagali pri nekaterih težavah.

Zahvala gre tudi sestri Špeli Herič za lektoriranje naloge.

Vodenje rastlinjaka

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.