

Šolski center Celje

Poklicna in tehniška elektro in kemijska šola

REGULACIJA TEMPERATURE PROSTORA

Avtor:

Miha GRM, E-4.a

Mentor:

Andrej GRILC, univ. dipl. inž. el.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2007

KAZALO

KAZALO	2
1. POVZETEK IN KLJUČNE BESEDE	3
1.1 Povzetek/Summary	3
1.2 Ključne besede/Keywords	4
2. UVOD	5
2.1 Predstavitvev raziskovalnega problema	5
2.2 Hipoteze	5
2.3 Opis raziskovalnih metod	5
3. OPIS DELOVANJA NAPRAVE	6
4. POTEK IZDELAVE	6
4.1 Načrt pretvornika	6
4.1.1 Operacijski ojačevalnik	8
4.2 Napajalni del	9
4.3 Preverjanje pravilnosti merilnega pretvornika	11
4.3.1 Shema in vezje za preverjanje pravilnosti izmerjene temperature	12
4.4 IR sprejemnik in oddajnik	14
4.5 Izgled programa narisaneza za krmilnik Alpha	15
4.6 Slike izdelave makete	19
4.7 Razprava	22
5. ZAKLJUČEK	23
6. VIRI IN LITERATURA	24
7. ZAHVALA	25
8. PRILOGA	26
8.1 Program, naložen v mikrokrmilnik AT89C2051	26
8.1.1 Podprogram za branje senzorjev	26
8.1.2 Naslova senzorjev	27
8.1.3 Merjenje temperature	27

1. POVZETEK IN KLJUČNE BESEDE

1.1 Povzetek/Summary

V raziskovalni nalogi je predstavljena regulacija temperature prostora s pomočjo krmilnika Alpha XL. V današnjem času vse temelji na avtomatskem vodenju procesov. S takšnim namenom je tudi nastala regulacija temperature, s katero se zagotovi samodejno vzdrževanje temperature z možnostjo enostavnega nastavljanja želenih parametrov (temperature, histereze). Naloga je vsestransko uporabna. Njeno delovanje pa je praktično izvedeno in prikazano na maketi. Lahko pa jo s pridom uporabljamo v centralnih sistemih, rastlinjaki, pečeh, ..

In the research project the temperature regulation of place is introduced with the use of the Alpha XL controller. Nowadays all is based upon automatic process driving. With such intention the temperature regulation occurred that assures automatical maintenance of temperature with the possibility of simple adjustment of desired parameters (temperature, hysteresis). The research project is generally useful. Its activity is carried out practically and shown on the model. It can be usefully used in central heating systems, greenhouses, stoves, ...

1.2 Ključne besede/Keywords

- **Alpha** - PLC krmilnik
- **IR sprejemnik** - sprejemnik infrardeče svetlobe
- **Temperaturni pretvornik** - pretvornik za pretvorbo temperature v električno spremenljivko
- **A/D pretvornik** - pretvornik iz analogne, zvezne veličine v digitalno, ki je zaporedje enic in ničel
- **AT89C2051** - mikrokrmilnik družine 8051

- **Alpha** - PLC controller
- **IR receiver** - receiver of infrared light
- **Temperature converter** - converter for conversion of temperature to electric variable
- **A/D converter** - converter from analog, of federal greatness in digitally, that he is sequence of one and zeroes
- **AT89C2051** - microfeed family 8051

2. UVOD

2.1 Predstavitev raziskovalnega problema

Raziskovanja sem se lotil, da bi izdelal sistem ogrevanja, ki bi vzdrževal temperaturo v zaprtem prostoru. Za izvedbo projekta sem uporabil krmilnik Alpha, ki mi je bil ravno pri roki. Ponuja obširne možnosti pri programiranju in sem jih tudi s pridom uporabi. Poleg tega nam ponuja možnost grafičnega izpisa parametrov na svojem prikazovalniku. Za čim lažje spremljanje dogajanj ga lahko povežemo preko serijskega priključka računalnika. Tako imamo možnost dostopa preko osebnega računalnika do nastavljenih parametrov v krmilniku. Mi pa preprosto sedimo v naslanjaču in upravljamo gretje oz. hlajenje prostora ali objekta. Te možnosti so me zelo navdušile, zato sem jih zajel v raziskovalni nalogi.

2.2 Hipoteze

- S krmilnikom Alpha XL realizirati regulacijo temperature.
- Izdelati kakovostna temperaturna pretvornika.
- Narediti ločen sistem za preverjanje pravilnosti merjenja temperature.
- Zagotoviti neodvisno kakovostno napajanje sistema.
- Daljinsko upravljanje.

2.3 Opis raziskovalnih metod

Preden sem začel z izdelovanjem naprave, sem si zbral ustrezen material za izdelavo ohišja. Potrebno je bilo tudi skonstruirati maketo, da sem se izognil kasnejšim zapletom s prostorsko stisko. Vstavil sem potrebne elemente in vse skupaj povezal. Sestavljena vezja sem priključil na napajanje in preveril njihovo delovanje. Tako sem se prepričal, da delujejo pravilno in ne bom imel kasnejših težav. S pomočjo simulacije sem razvil program, ki sem ga kasneje še praktično preizkusil v krmilniku.

3. OPIS DELOVANJA NAPRAVE

Pogoj delovanja naprave je stikalo za vklop sistema. Naprava lahko deluje na dva načina in sicer avtomatsko ali ročno. Pri ročnem načinu lahko izbiramo med gretjem ali hlajenjem. To izberemo s tipkama **gor** in **dol**. V načinu avtomatskega delovanja pa s tipkama + in – nastavimo željeno temperaturo in s tipkama gor in dol odstopanje od željene vrednosti. S pritiskom na levo tipko se prikažejo na zaslonu zunanja, notranja in nastavljena zelena temperatura pritisk na desno tipko pa nam prikaže histerezo temperature.

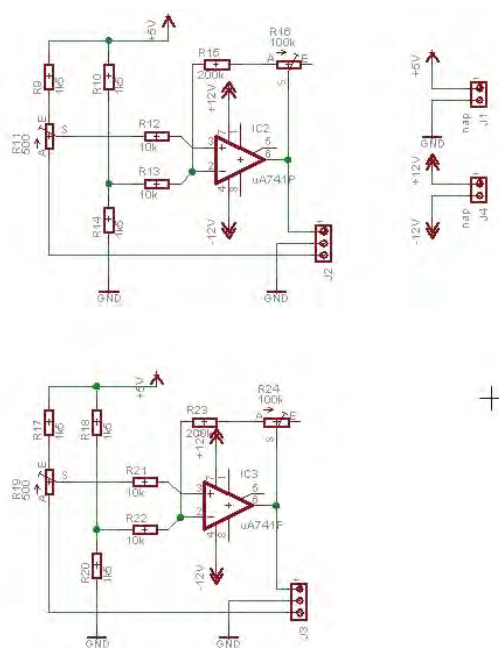
Izbiro med delovanji sistema nam omogoča tudi daljinski upravljalnik, s katerim preklapljam med gretjem in hlajenjem ter avtomatskim in ročnim načinom delovanja. Sistem nam s kratkimi piski sporoči v katero stanje prehaja.

Z merjenjem notranje temperature se glede na željeno temperaturo vklopi ali izklopi ogrevanje oz. hlajenje. Na vrata je nameščeno stikalo, ki zaznava stanje vrat. Ko so vrata odprta, se sistem avtomatsko ustavi in tako zmanjša izgube, ki bi jih povzročili zunanji dejavniki.

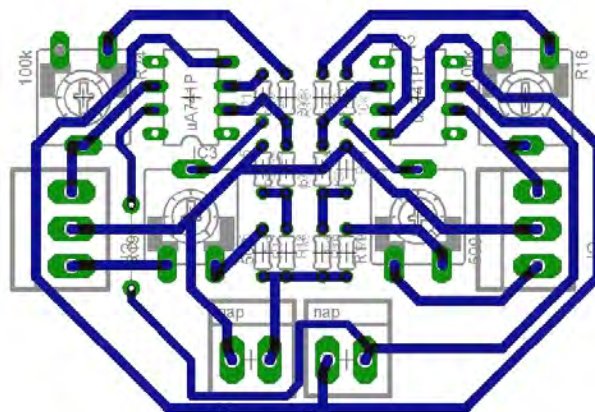
4. POTEK IZDELAVE

Najprej sem moral narediti ustrezna pretvornika, ki sta fizikalno veličino (temperaturo) pretvarjala v krmilniku prepoznavno električno veličino, torej v napetost. Pretvornika je bilo potrebno najprej ustrezno umeriti, nato pa z dobljenimi karakteristikami obnašanja glede na vhodno temperaturo in izhodne napetosti izračunati premico, ki se je uporabila v programu krmilnika.

4.1 Načrt pretvornika

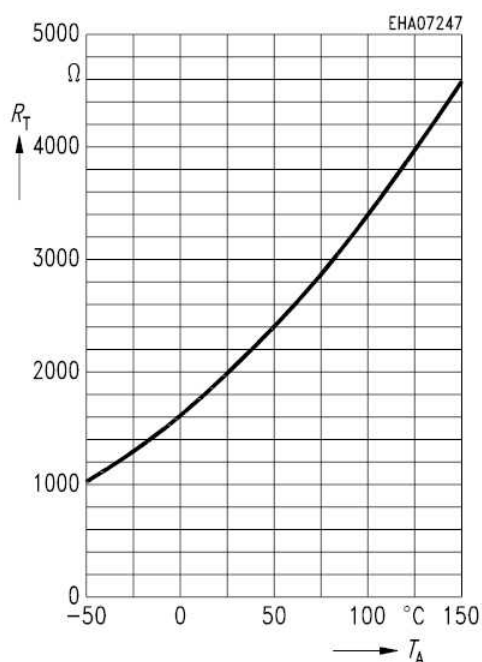


Slika 1: Shema merilnega pretvornika.



Slika 2: Vezje merilnega pretvornika.

Najpomembnejša člena merilnega pretvornika sta operacijski ojačevalnik LM 741 in temperaturno tipalo, ki je v tem primeru temperaturno spremenljiv upor s pozitivnim koeficientom (PTK). Njegova upornost narašča z višanjem temperature, zato jim pravimo PTK termistorji. Temperaturno tipalo ima dokaj linearno karakteristiko, ki pa velja le za določeno temperaturno širino. Elementi v vezju so prilagojeni tako, da omogočijo pretvorbo temperature v napetost v območju od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pretvorba je narejena tako, da je izhodna napetost pri $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 0 V, pri $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ pa 10 V.



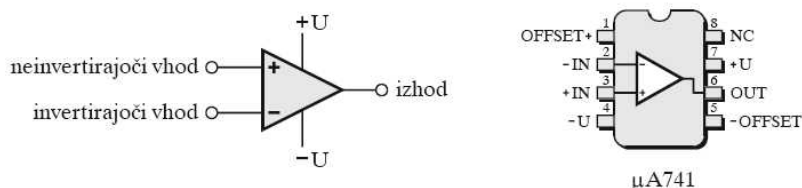
Slika 3: Operacijski ojačevalnik LM 741.

Slika 4: Karakteristika uporabljenega temperaturnega tipala KTY 10.

Na grafu je razvidna upornost termistorja pri različnih temperaturah. Ponavadi je dan podatek, kolikšna je upornost temperaturno spremenljivega upora pri sobni temperaturi, torej pri $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ta znaša za KTY 10 $T_{25} = 2000\text{ }\Omega$. Seveda se mu upornost ne spremeni v trenutku, ampak ima toplotno kapaciteto, ki je posledica ohišja tipala. A ta čas je relativno kratek, okoli 2s. Najhitrejše spremembe nastanejo pri nenadnih, velikih temperaturnih razlikah.

4.1.1 Operacijski ojačevalnik

Operacijski ojačevalniki so ojačevalniki v integrirani izvedbi. Tranzistorji operacijskega ojačevalnika so med seboj neposredno vezani (ni sklopnih kondenzatorjev), kar pomeni, da lahko ojačajo tako enosmerne kot izmenične signale. Ojačevalniki imajo dva vhodna priključka, ki jima pravimo neinvertirajoči (angl. non inverted) in invertirajoči (angl. inverted) vhod. Kot že imeni povesta, bo signal, priključen na neinvertirajoči vhod, na izhodu v fazi, signal, priključen na invertirajoči vhod, pa v protifazi z vhodnim. Prvi vhod je zato označen s »+«, drugi pa z »-«.



Slika 5: Zgradba operacijskega ojačevalnika.

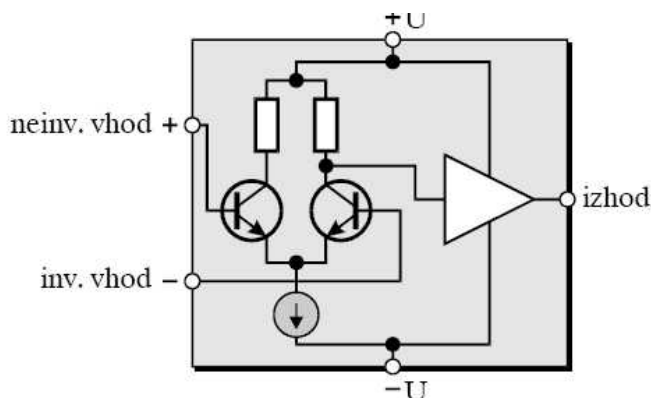
Operacijski ojačevalnik ima poleg vhodov še en izhodni priključek in priključka za napajanje. Poleg teh lahko dodamo še priključke, ki služijo za napetostno izravnavo in frekvenčno kompenzacijo.

Električne lastnosti operacijskega ojačevalnika so naslednje:

- zelo velika vhodna upornost,
- zelo nizka izhodna upornost,
- zelo veliko napetostno ojačenje (10^4 do 10^5),
- protifazne signale na obeh vhodih ojača, medtem ko sofazne slabi.

Na vhodu operacijskega ojačevalnika je diferencialni ojačevalnik, zato ojača le razliko napetosti na obeh vhodih. Sofazni signali so oslabljeni, kar nam pove tudi zelo velik rejekcijski faktor CMRR, ki podaja razmerje med protifaznim in sofaznim ojačenjem v dB (decibelih).

S pomočjo povratnih zank lahko lastnost ojačevalnika prilagodimo namenu uporabe: za ojačevalnike, primerjalnike, za izvajanje najrazličnejših linearnih funkcij (seštevanje, odštevanje, množenje, logaritmiranje, odvajanje, integriranje, itd.), za generiranje najrazličnejših signalov in podobno.



Slika 6: Zgradba operacijskega ojačevalnika.

Če je operacijski ojačevalnik vezan kot invertirajoči ojačevalnik, je vhod na invertirajočem priključku. To pomeni, da bo izhodni signal v protifazi z vhodnim. Povratno zanko izvedemo s pomočjo dveh uporov, ki znižata ojačanje ojačevalnika. Taki vezavi pravimo negativna povratna vezava.

Predpostavimo, da je napetostno ojačanje operacijskega ojačevalnika neskončno veliko, ravno tako tudi vhodna upornost. Potem je napetost na invertirajočem priključku enaka:

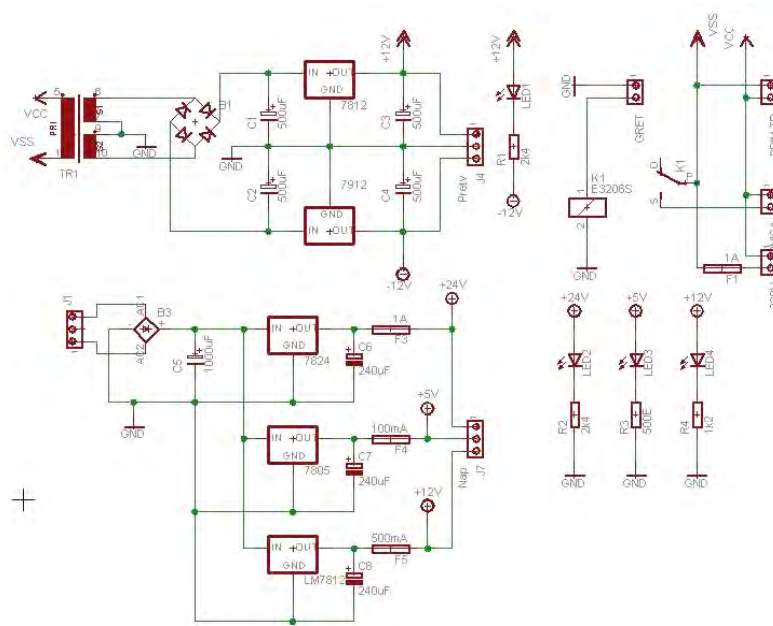
$$U_{INV} = \frac{U_{IZH}}{A_U} = \frac{U_{IZH}}{\infty} = 0$$

Zaradi tega je tok, ki priteka iz vhoda skozi upor R1, enak ali nasproten toku, ki priteka iz izhoda skozi upor R2:

$$I_{VH} = -I_{R2} \text{ ali } \frac{U_{VH}}{R_1} = -\frac{U_{IZH}}{R_2}$$

4.2 Napajalni del

Je standardni usmernik, sestavljen s transformatorja, diodniških mostičev, gladilnih kondenzatorjev in stabilizatorjev. Seveda je vsak napetostni izhod tokovno varovan z ustrežno cevno varovalko in svetlobna signalizacija nas opozarja na pravilnost delovanja. Naj omenim tudi, da vezje vsebuje še dodaten transformator, ki omogoča pridobitev in nato stabilizacijo pozitivne in negativne napetosti.



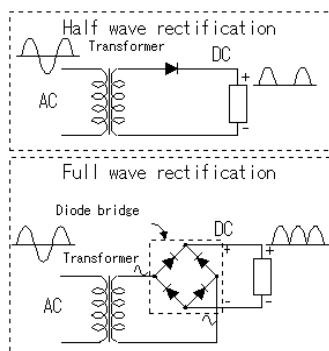
Slika 7: Shema napajalnika.

Na vezju se nahaja rele, ki vklopi gretje (priključi omrežno napetost na grelno telo) in skrbi za popolno galvanško ločitev od nizkonapetostnega dela (krmiljenja). Vsak napetostni stabilizator ima na sebi pritrjeno hladilno telo, saj mora prenašati velike napetostne padce in tokove. Produkt teh dveh veličin je izgubna moč P, ki je v tem primeru kar toplotna energija. Glavni ločilni člen med izmenično in enosmerno napetostjo je diodniški mostič. Ta je sestavljen iz štirih diod, ki so vezane po dve zaporedno, potem pa povezani z drugima dvema

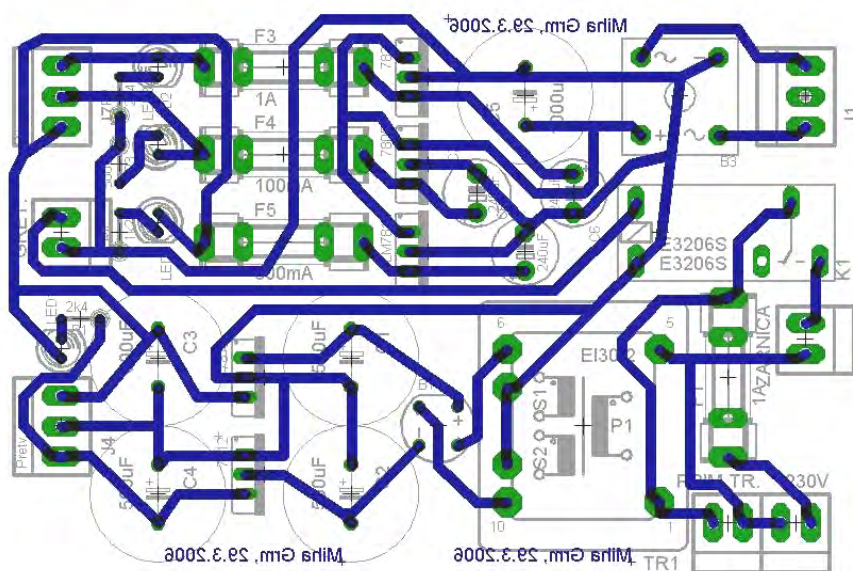
vzporedno. Posamezna dioda deluje podobno kot nepovratni ventil (v eno stran prepušča, v drugo pa ne).



Slika 8: Diodniški mostiči.



Slika 9: Delovanje diode in diodniškega mostiča.



Slika 10: Vezje napajalnika.

4.3 Preverjanje pravilnosti merilnega pretvornika

Merilni pretvornik preverjamo z digitalnim industrijskim senzorjem DS 18S20 in mikrokrmilnikom AT89C2051. Senzorja sta nameščena znotraj in zunaj prostora in vzporedno povezana. Komunikacija s centralo (krmilnikom) poteka po eni povezavi, zato takšno komunikacijo imenujemo enožilna (1 wire) komunikacija. Vsako tipalo ima svoj naslov. To pomeni, da če hočemo od katerega od njiju prebrati temperaturo, preprosto pošljemo na vodilo naslov senzorja in tisti, ki nosi ta naslov, se bo v naslednjem trenutku odzval. Odvrnjena temperatura se ustrezno pretvori in prikaže na LCD prikazovalniku.



Slika 11: Dallasov senzor DS 18S20.



Slika 12: AT89C2051.

Enožilno povezovanje je razvilo podjetje Dallas Semiconductor za komunikacijo s svojimi komponentami (A/D pretvorniki, temperaturni senzorji, digitalni potenciometri). Komunikacijska mreža je sestavljena iz glavnega čipa (master) in drugih podrejenih komponent (slave), vse so povezane na isti vod, po katerem se prenašajo podatki. Vsak senzor odda 64-bitno kodo po naslednjem zaporedju:

- prvih 8 bitov za indifikacijo tipa elementa (=0001000 za DS1820),
- drugih 48 bitov za branje,
- tretjih 8 bitov za preverjanje oddane kode.

Protokol pozna več ukazov za naslavljanje, branje ROM naslova, vpis in branje iz RAM-a periferne enote. Nekateri ukazi so skupni za vse komponente, kot npr. ukaz za naslavljanje. Komunikacija se začne z RESET signalom, ki ga generira master, nato pa prične z branjem. Periferne komponente odgovorijo na RESET s signalom potrditve prisotnosti. Nato master naslavlja posamezne komponente v omrežju in z njimi vzpostavlja komunikacijo. Za uspešno komunikacijo mora master vnaprej poznati naslove vseh komponent v omrežju. Le kadar je v omrežje priključena ena periferna komponenta, se lahko naslavljanje preskoči, komunikacija pa se vzpostavlja neposredno. Izdelano vezje nam omogoča merjenje teh temperatur.

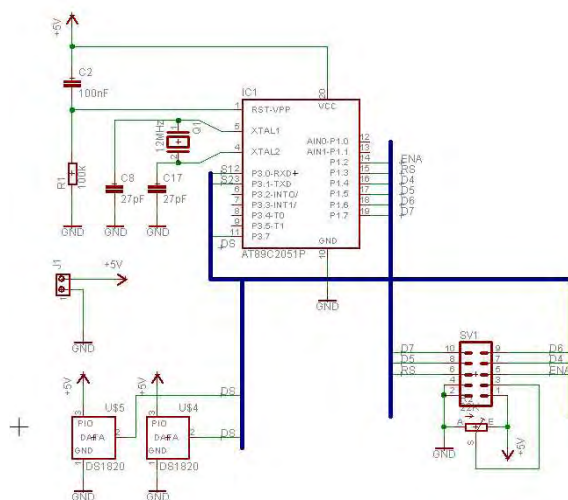
TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+85.0°C*	0000 0000 1010 1010	00AAh
+25.0°C	0000 0000 0011 0010	0032h
+0.5°C	0000 0000 0000 0001	0001h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1111	FFFFh
-25.0°C	1111 1111 1100 1110	FFCEh
-55.0°C	1111 1111 1001 0010	FF92h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

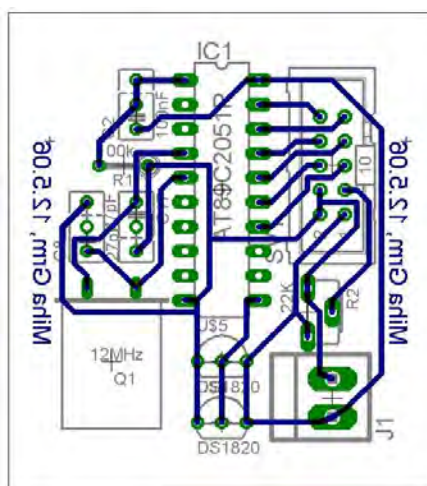
Slika 13: Digitalna oblika podajanja temperature temperaturnega tipala DS 18S20.

Izmerjena temperatura je podana v 16 bitni kodi. Ta se deli na dve polovici: leva polovica predstavlja MSB (Most Significant Bite) – bolj pomembne bite, desna pa LSB (Least Significant Bite) – manj pomembne bite.. Kot je iz tabele razvidno, določa MSB predznak izmerjene temperature. Če je levi del zapolnjen z logičnimi ničlami, to pomeni, da je vrednost temperature pozitivna, če pa je izpolnjena z logičnimi 1, je izmerjena vrednost negativna, torej pod 0 °C.

4.3.1 Shema in vezje za preverjanje pravilnosti izmerjene temperature



Slika 14: Shema mikrokrmilnika s temperaturnima tipaloma DS 18S20.



Slika 15: Vezje mikrokrmilnika s temperaturnima tipaloma DS 18S20.

Izdelan merilnik z mikrokrmilnikom, dvema Dalasovima tipaloma in LCD prikazovalnikom pa izgleda takole:

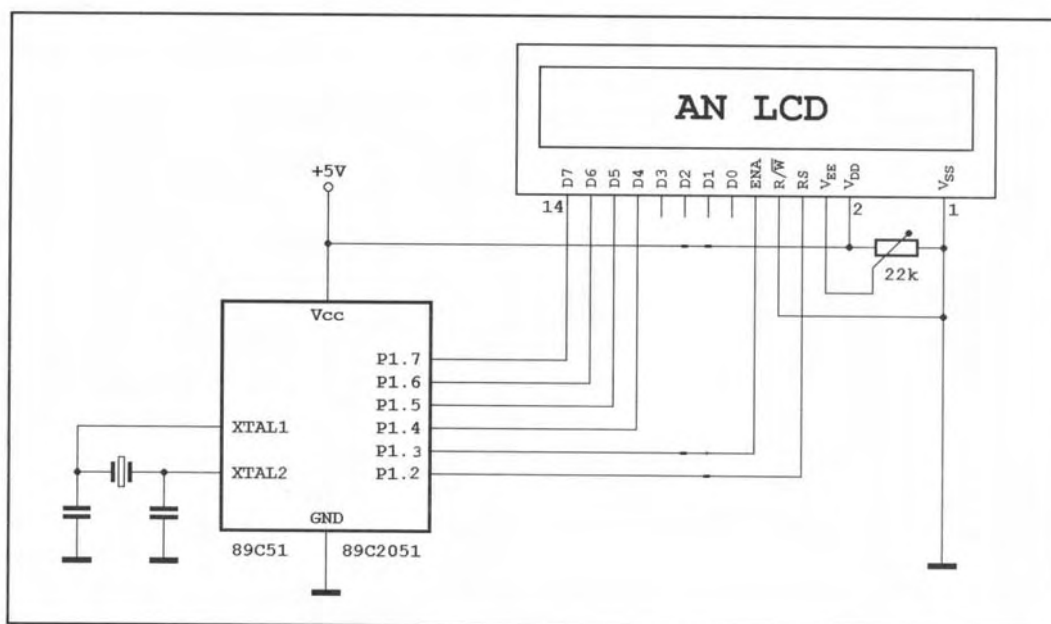


Slika 16: Izdelan merilnik.

Tabela s povezavami naslovov čipa Atmel:

Pin na čipu Atmela	Naslov pina	Funkcija
19.	P1.7	D7
18.	P1.6	D6
17.	P1.5	D5
16.	P1.4	D4
15.	P1.3	RS
14.	P1.2	E
11.	P3.7	DS1820

Alfanumerični prikazovalnik lahko deluje preko 4 ali 8 bitne povezave. Uporabil sem 4 bitno povezavo in mikrokrmilnik povezal s prikazovalnikom, kot je vidno na spodnji sliki.



Slika 17: Povezava mikrokrmilnika z LCD prikazovalnikom.

4.4 IR sprejemnik in oddajnik

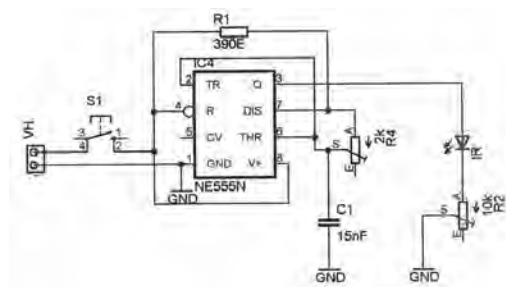
Uporabil sem IR (infra rdeči) sprejemnik SFH 5110-36. To pomeni, da zaznava le infrardečo svetlobo modulirane frekvence 36 kHz. S tem je zaščiten proti motnjam iz okolice, ki bi nanj nenadzorovano vplivale. Ker ima na izhodu NPN tranzistor, nam ob prisotnosti modulirane IR svetlobe odpre tranzistor proti masi in tako postavi prvi priključek (od leve proti desni) na logično 0 (maso).



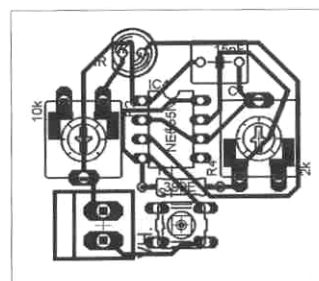
Slika 18: IR sprejemnik SFH 5110-36.



Slika 19: Časovnik NE 555.



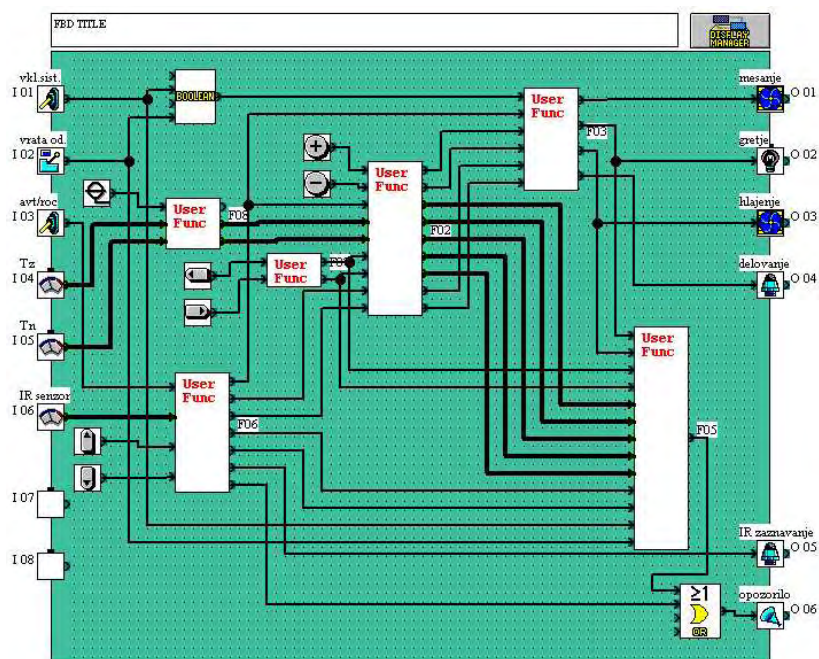
Slika 20: Shema oddajnika.



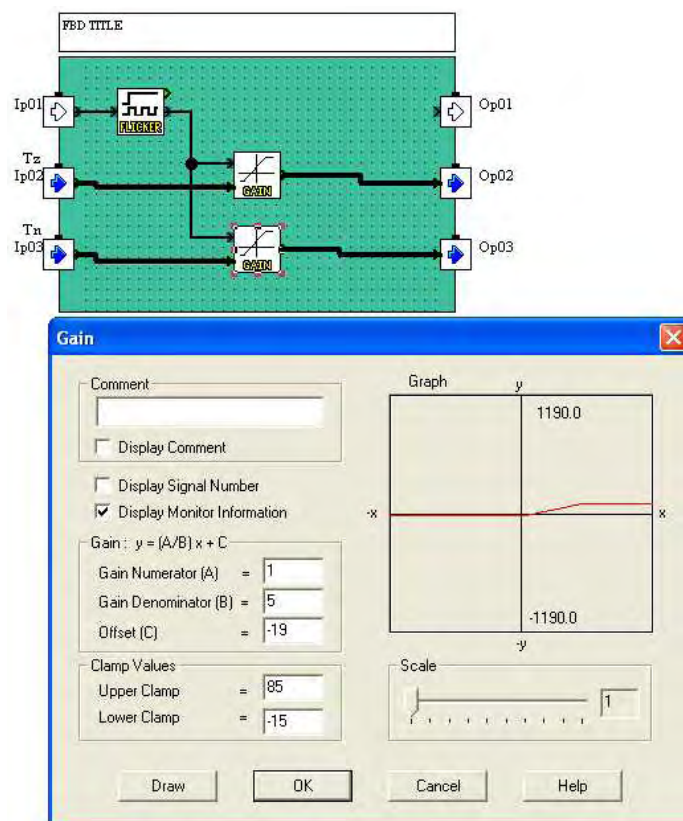
Slika 21: Vezje oddajnika.

S potenciometrom R4 sem nastavljal frekvenco pravokotno moduliranega signala. Na izhodu bi to lahko izmerili kot hitro utripanje IR diode s frekvenco 36 kHz. Potenciometer R2 pa služi kot predupor IR oddajne diode. Z njim se nastavlja svetilnost IR diode in s tem domet oddajnika.

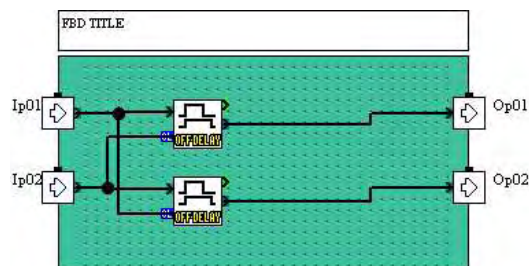
4.5 Izgled programa narisane za krmilnik Alpha



Slika 22: Glavni program z vhodnimi in izhodnimi komponentami.



Slika 23: Nastavitve pretvorbe napetosti, ki je prikazana v delcih v inženirsko enoto °C.



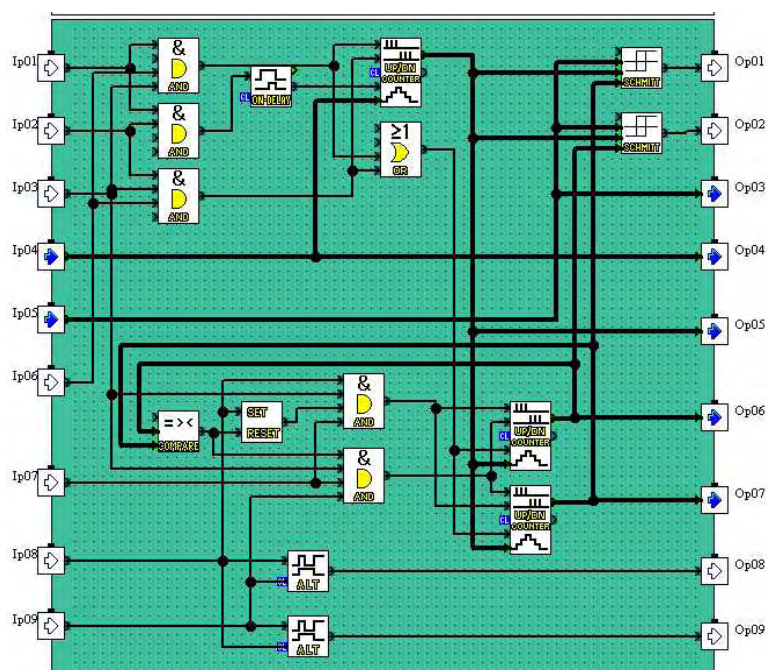
Slika 24: Podprogram za preklapljanje med prikazoma.

V spodnjem podprogramu je narejena histereza, ki preprečuje neodločeno stanje pri mejni temperaturi. S tem se zagotovi nek pas, kjer znotraj njega temperatura lahko niha.

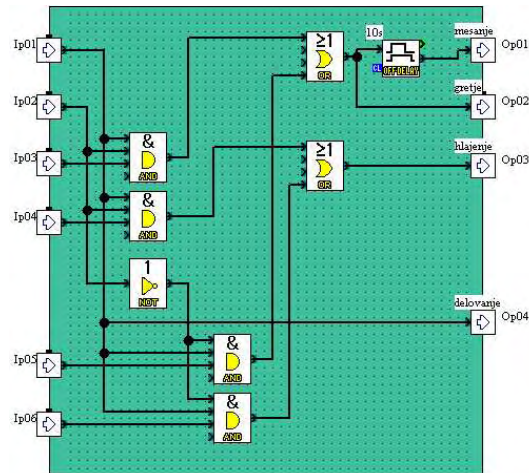


Slika 25: Delovanje histereze.

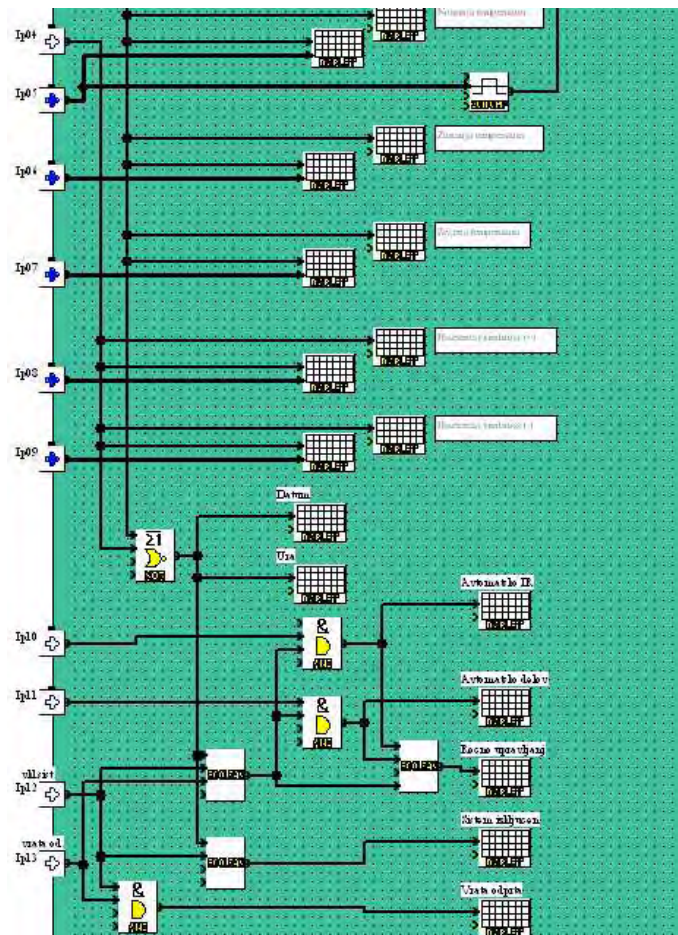
Gretje se vključi pri temperaturi 23 °C in se izklopi, ko je dosežena temperatura 24 °C. Ponovno se vključi pri 23 °C. Hlajenje se vklopi pri 27 °C in deluje do 26 °C. Ko se prostor ponovno ogreje na 27 °C, se cikel ponovi. Območje med 24 °C in 26 °C predstavlja zeleno temperaturo.



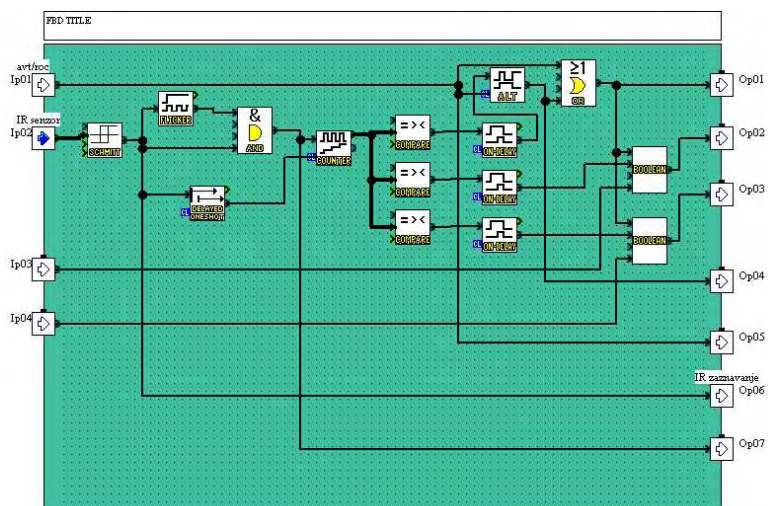
Slika 26: Programska izvedba temperaturne histereze.



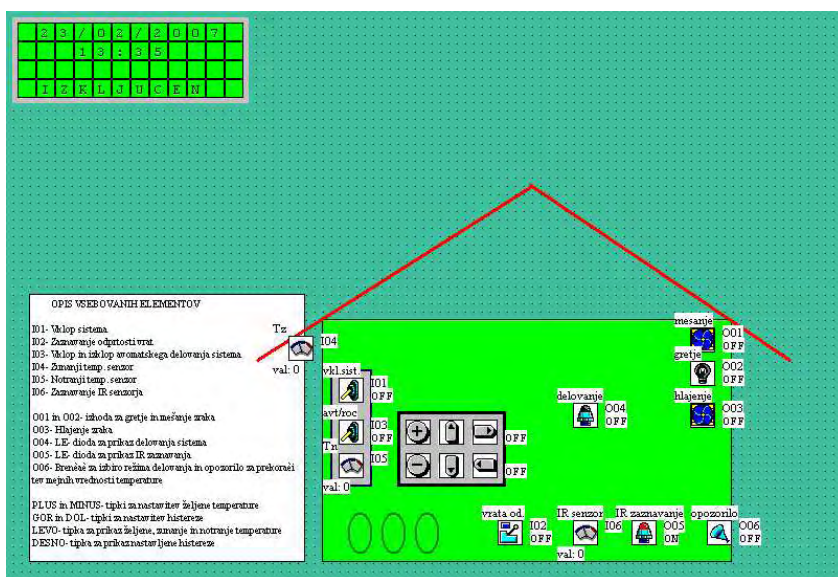
Slika 27: Podprogram za krmiljenje komponent.



Slika 28: Prikaz veličin na prikazovalniku krmilnika.

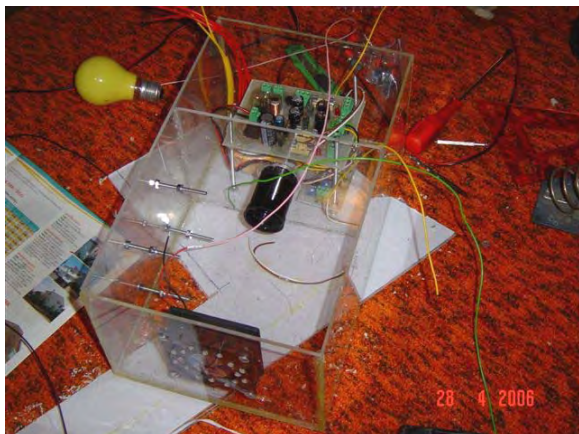


Slika 29: Podprogram za branje IR sprejemnika.



Slika 30: Grafični prikaz delovanja preko PC računalnika.

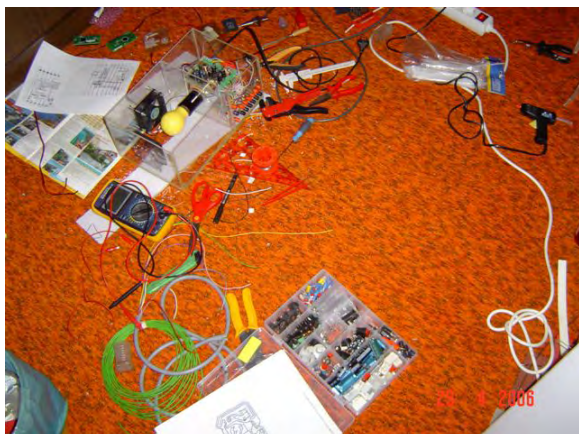
4.6 Slike izdelave makete



Slika 31: Vstavljanje komponent.



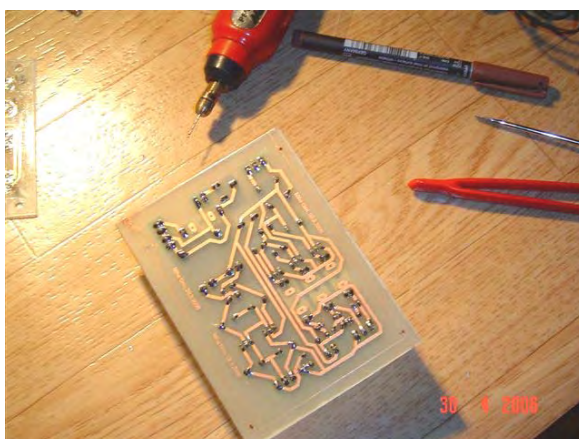
Slika 32: Vstavljanje vezij in priključnih puš.



Slika 33: Sestavljanje.



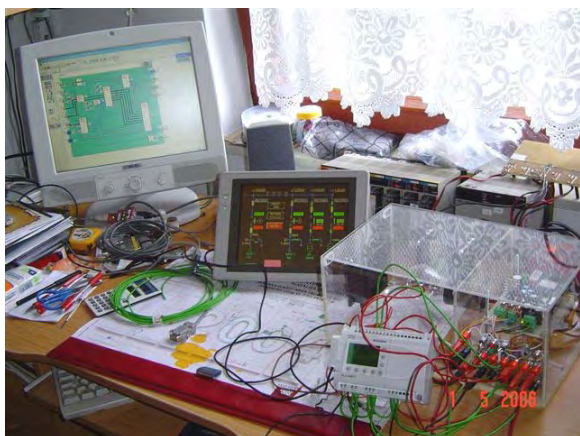
Slika 34: Preizkušanje IR oddajnika in sprejemnika.



Slika 35: Spodnja stran napajalnika.



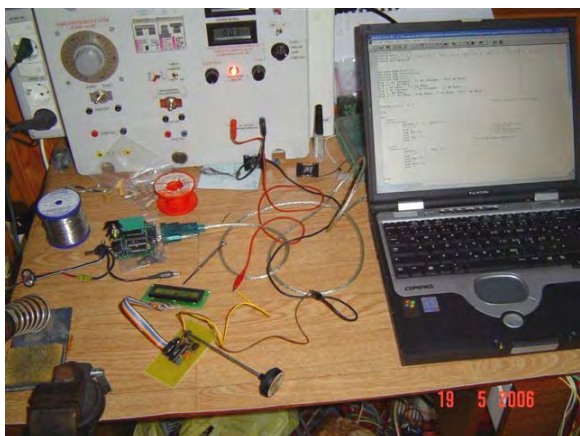
Slika 36: Zgornja stran napajalnika.



Slika 37: Preizkušanje delovanja.



Slika 38: Tiskano vezje.



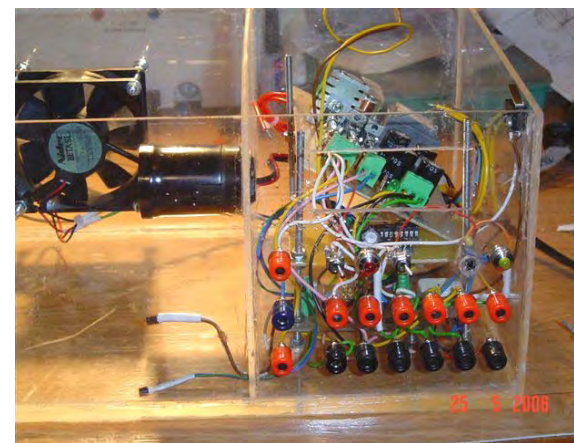
Slika 39: Programiranje mikrokontroler.



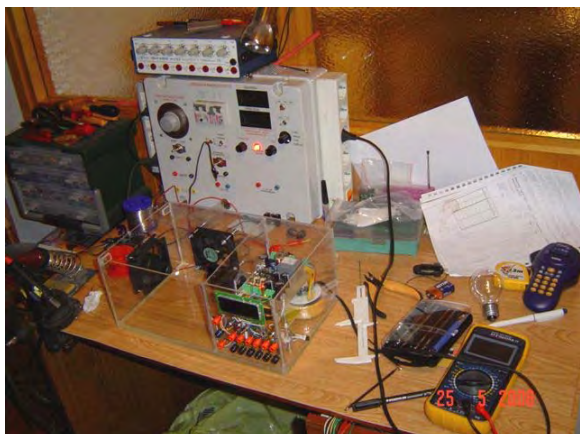
Slika 40: Sprogramiran mikrokontroler.



Slika 41: Narejena maketa brez LCD-ja.



Slika 42: Vstavljanje LCD-ja.



Slika 43: Delovni prostor.



Slika 44: Dokončana maketa.

4.7 Razprava

S pomočjo operacijskega ojačevalnika in dokaj linearnega temperaturnega upora sem lahko izdelal precizen pretvornik. Da pa bi dokazal pravilnost pretvarjanja, sem izdelal še dodatni digitalni merilnik, ki temelji na Dallasovemu 9 bitnem temperaturnem senzorju. A senzor kot člen še ne pomeni veliko, zato sem ga povezal z mikrokrmilnikom in vrednosti senzorja prikazal na LCD-ju. Tako sem izvedel zelo precizen merilnik, ki meri temperaturo na 0,1 °C natančno. Seveda pa je vse skupaj za delovanje potrebovalo ustrezno napajanje. Zato sem izdelal ločeno vezje, ki zagotavlja zadosten napetostni vir za vse komponente. Da pa bi se dalo upravljati model še na daljavo, sem naredil daljinec na osnovi IR svetlobe. Daljinec ima domet okoli 5 m in ga je preprosto uporabljati, saj nam maketa zvočno (s piski) signalizira, v kateri način smo prešli s pritiskom na tipko.

5. ZAKLJUČEK

Cilj, ki sem si ga na začetku zastavil, sem še dodatno nadgradil z IR daljinskim upravljalnikom in digitalnim merjenjem temperature (LCD-jem). Ko sem izdelek dokončal, sem prišel do novih idej, kako ga izboljšati. Vgradil bi lahko še PWM regulacijo gretja, za katero bi uporabil PID funkcijski blok krmilnika. Tudi rele bi lahko nadomestil z elektronskim elementom triakom, ki bi omogočal hitre preklope. V prihodnosti se bodo namesto napetostnih regulatorjev uporabljali PWM regulatorji, ki imajo zelo visok izkoristek (98% in več) in zavzamejo zelo malo prostora. A zaenkrat cenovno še niso tako ugodni in dobavljivi za širši trg.

6. VIRI IN LITERATURA

1. MIKELN, J. (2003). Praktična uporaba mikrokontrolerjev 2. Ljubljana: Studio ETIC d.o.o.
2. MIKELN, J. (2000). Praktična uporaba mikrokontrolerjev. Ljubljana: Studio ETIC d.o.o.
3. MITROVIĆ V. in J. MIKEL. (2002). Programiranje mikrokontrolera programskim jezikom Bascom. Ljubljana: Studio ETIC d.o.o.
4. ŽIDAN A. in B. MILOBAR. (1986). Spojevi s tranzistorima. Druga knjiga. Travnj: Birografika – Subotica.
5. ŽIDAN A. in B. MILOBAR. (1988). Spojevi s integriranim sklopovima. Kolovoz: Birografika – Subotica.
6. Datasheeti [Online]. [Citirano 24. februar 2007; 22.22].
Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.datasheetarchive.com/>
7. Datasheeti [Online]. [Citirano 24. februar 2007; 22.23].
Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.datasheetcatalog.com/>

7. ZAHVALA

Za pomoč pri iskanju ideje za projekt se zahvaljujem svojemu mentorju prof. Andreju Grilcu. Hkrati pa se zahvaljujem prof. Petru Kuzmanu za nasvete pri programiranju mikrokrmilnika in tudi ga. Andreji Tkalec, ki mi je slovnično pregledala nalogo.

8. PRILOGA

8.1 Program, naložen v mikrokrmilnik AT89C2051

```
$crystal = 12000000
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db7 = P1.7 , Db6 = P1.6 , Db5 = P1.5 , Db4 = P1.4 , E = P1.2 , Rs = P1.3
Cursor Off Noblink
Declare Sub Read1820
Declare Sub Temperature
Declare Sub Srno1
Declare Sub Srno2
Dim T2 As Integer , T4 As Integer , Razl As Byte
Dim Bd(1) As Byte
Dim I As Byte , Tmp As Byte
Dim T As Integer , T1 As Integer , Tn As Byte
Dim Tz As Byte
Dim Ar(8) As Byte , N As Byte , V As Byte , Razl1 As Byte
T = 0

Config 1wire = P3.7                                'določitev porta DS1820
Cls

Do
  Srno1
  Temperature
    Locate 1 , 3 : Lcd "Tn = "                       'Prikaz Tn
    Tn = T4
    Lcd T                                             'vpis celega dela
    Lcd Chr(46)                                       'vpis pike
    Lcd T1                                           'vpis decimalnega
    Lcd Chr(223)                                      'vpis stopinj
    Lcd "C"
                                                    'izpis praznega prostora

  Srno2
  Temperature
    Locate 2 , 3 : Lcd "Tz = "                       'Prikaz Tz
    Tz = T4
    Lcd T
    Lcd Chr(46)
    Lcd T1
    Lcd Chr(223)
    Lcd "C"

Loop
End
```

8.1.1 Podprogram za branje senzorjev

```
Rem
' read address 1
Sub Srno1                                           'branje adrese 1
For I = 0 To 7
  Ar(i) = Lookup(i , Dta1)
Next
End Sub

Rem
' read address 2
Sub Srno2                                           'branje adrese 2
```

```
For I = 0 To 7  
  Ar(i) = Lookup(i , Dta2)  
Next  
End Sub
```

8.1.2 Naslova senzorjev

```
Dta1: 'naslov 1  
Data 16 , 157 , 115 , 128 , 0 , 8 , 0 , 140  
Dta2: 'naslov 2  
Data 16 , 140 , 78 , 140 , 0 , 8 , 0 , 154
```

8.1.3 Merjenje temperature

```
Sub Temperature 'merjenje temperature  
  1wreset  
  1wwrite &H55  
  1wwrite Ar(0) , 8 '1Wire ukaz  
  1wwrite &H44  
  Waitms 25 'prekratek cas ne bo delal s parazitnim napajanjem  
  
  Read1820 'read 9 bytes  
  
  If Err = 1 Then  
    Cls 'če ni senzorja  
    Locate 2 , 4 : Lcd "NAPAKA"  
    Waitms 25 'je na LCDju "-- "  
  End If  
End Sub  
  
Sub Read1820 'bere senzor  
  'T za 0.1 C  
  1wreset 'reset  
  1wwrite &H55 '1Wire ukaz  
  1wwrite Ar(0) , 8  
  1wwrite &HBE  
  Bd(1) = 1wread(9)  
  1wreset  
  
  Tmp = Bd(1) And 1 '0.1C natančnost  
  If Tmp = 1  
  
T = Makeint(bd(1) , Bd(2))  
  T4 = T / 2 'T4 lahko uporabimo, če želimo temp. kot celo število  
  T = T * 50 : T = T - 25 : T1 = Bd(8) - Bd(7) : T1 = T1 * 100  
  T1 = T1 / Bd(8) : T = T + T1 : T = T / 10  
  T1 = T  
  T = T / 10  
  T2 = T * 10  
  T1 = T1 - T2  
  T1 = Abs(t1)  
  
End Sub Then  
  Decr Bd(1)  
End If
```

Na prikazovalniku sta prikazani zunanja in notranja temperatura. Branje sensorja sestoji iz treh postopkov: resetiranje, branje in vpisovanje sensorja. Ker je prenos podatkov tudi časovno kodiran, naletimo na težavo s podatki na portu. Pri branju sensorja moramo vsa ostala opravila opustiti in se posvetiti samo sensorju. Proizvajalec zahteva spust linije za predpisan čas, na kar se senzor odzove z ustreznim stanjem podatkovne linije. Z resetiranjem se senzor zbudi iz spanja in sedaj pričakuje prenos podatkov. V primeru samo enega sensorja na podatkovni liniji odpade naslavljanje sensorjev in pristop k branju je enostavnejši.

Po resetiranju sensorja preberemo meritev in predznak. Tako lahko iz obeh podatkov izračunamo temperaturo. Število delcev enostavno pomnožimo s faktorjem 5, če hočemo meriti na 0,5 °C natančno. Merjeno in izračunano vrednost temperature sedaj še izpišemo na prikazovalnik. Za LCD prikazovalnik uporabimo funkcijo printf.