

**UNIVERZA V LJUBLJANI**  
**FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO**

**Dalibor Deronja**

**TERMOMETER NA OSNOVI SENZORJA LM35**

**Seminarska naloga**

**Ankaran, 20.12.2011**

# Vsebina

1 Uvod .....	3
2 Specifikacija naprave .....	3
3 Časovni in finančni plan .....	3
3.1 Časovni plan .....	3
3.2 Finančni plan .....	4
4 Delovanje naprave .....	4
5 Načrti .....	5
5.1 Blok shema .....	5
5.2 Vežje .....	5
5.3 Program .....	6
6 Kosovnica .....	7
7 Ocena merilnega območja .....	7
8 Časovna in finančna rekapitulacija .....	7
9 Reference .....	9
10 Priložene datoteke .....	10

**Ključne besede:** avr, attiny24a, lm35, led prikazovalnik, merilnik temperature zraka

**Izveček.** V seminarski nalogi je opisan celoten postopek izdelave merilnika temperature zraka. Poleg podrobnega opisa glavnih sklopov naprave, so priložene vse potrebne sheme, kosovnica in programska koda. Torej vsak, ki bi si želel enako napravo izdelati, bo vse potrebno našel v pričujoči seminarski.

**Keywords:** avr, attiny24a, lm35, led display, thermometer

**Abstract.** Article describes the lm35 based thermometer. Along with the detail description of the device I added the necessary schemes, list of elements and commented programe code. Everything that is needed to construct the same device on your own.

## 1. Uvod

Moj cilj je bil spoznati se z avr-ji in v kratkem času izdelati enostavno napravo, ki vsebuje vse potrebne zahteve za uspešno opravljanje predmeta Seminar. Po dnevnu razmisleka sem se odločil za termometer in pri tej ideji ostal do konca. Predvsem zato, ker doma nimam termometra. Drugi razlog je enostavnost. Projekt sem si namreč želel izdelati v približno enakem času, kot bi mi ga vzel povprečen izpit. Zato sem si zastavil časovni okvir in izbral primerno temo, ki naj okvirja nebi preseгла.

## 2. Specifikacija naprave

Naprava se lahko uporabi za merjenje temperature med 0 °C in približno 100 °C. V specifikaciji senzorja piše, da je zgornja meja 100 °C. Ampak ker so vsi elementi na istem vezju, se mi zdi pravilno delovanje čipa (in s tem tudi celotne naprave) pri tako visokih temperaturah vprašljivo. Kljub vsemu naprava ni namenjena merjenju tako visokih temperatur, zato zgornje meje ne bo nikoli dosegla. Temperatura sobe se bo naprimer le težko približala taki vrednosti, vsaj v neizrednih razmerah naj bi bilo tako.

## 3. Časovni in finančni plan

### 3.1 Časovni plan

Početje	Ure	Početje	Ure
Izoblikovanje ideje	5	Preverjanje delovanja	20h
Risanje sheme	1	Risanje tiskanega vezja	10h
Izbira in nabava elementov	7	Sestavljanje končne naprave	3h
Izdelava vezja na protobordu	2	Pisanje programa	5h

Pisanje dokumentacije	10h	Ostalo	10h
-----------------------	-----	--------	-----

### 3.2 Finančni plan

Elementi	Cena v €
Avr attiny24a	3.60
Senzor lm35	2.30
Trije led prikazovalniki	2.40
Upori	0.50
Trije tranzistorji	0.50
Tri baterije AAA	3
Baterijsko držalo	1.70
Stikalo	3.70

## 4. Delovanje naprave

Naprava je sestavljena iz temperaturnega senzorja lm35, mikrokontrolerja attiny24a, treh pnp 2N3906 tranzistorjev in treh led prikazovalnikov.

Mikrokontroler ima dvanajst vhodni/izhodnih pinov, samo eden je uporabljen kot vhod, na katerega priključimo senzor. Sedem pinov potrebujemo za led prikazovalnike, tri pine pa za tranzistorje. Reset pina nisem uporabil.

Senzor ima to lastnost, da se mu glede na spremembo temperature spremeni izhodna napetost. In sicer 10mV/ °C. Pri 0 °C ima na izhodu približno 0V, pri 100 °C pa približno 1V. Izhodno napetost senzorja peljemo na ADC vhod mikrokontrolerja.

ADC pretvori analogno vrednost v digitalno. S spodnjo enačbo pa dobimo ponovno temperaturo. Za referenčno napetost pri analogno digitalni pretvorbi sem izbral 1.1V in se zadovoljil z 8-bitno pretvorbo.

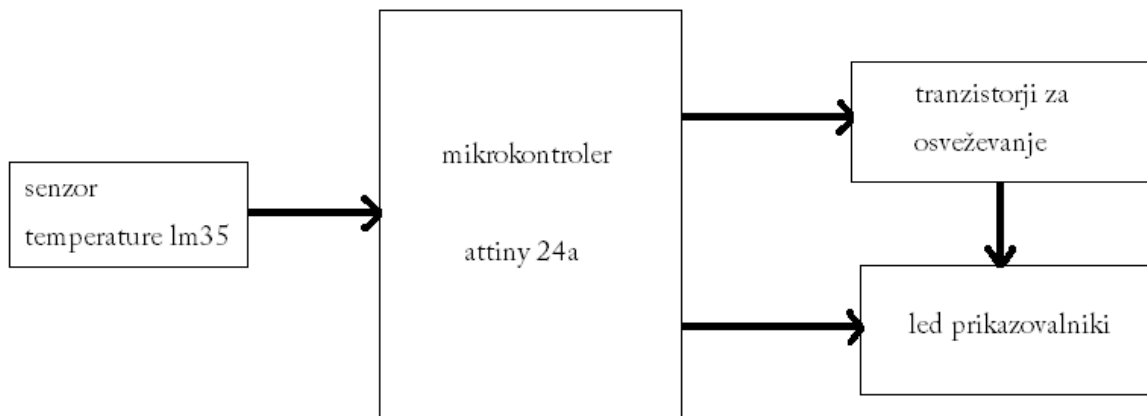
$$T = \frac{adc\_vrednost * 1100[mV]}{256} * \frac{1}{10} [^{\circ}C]$$

Vrednost se sedaj razdeli na enice in desetice in pošlje vsako številko ustreznemu prikazovalniku. Programsko je potrebno še dovolj hitro preklapljati

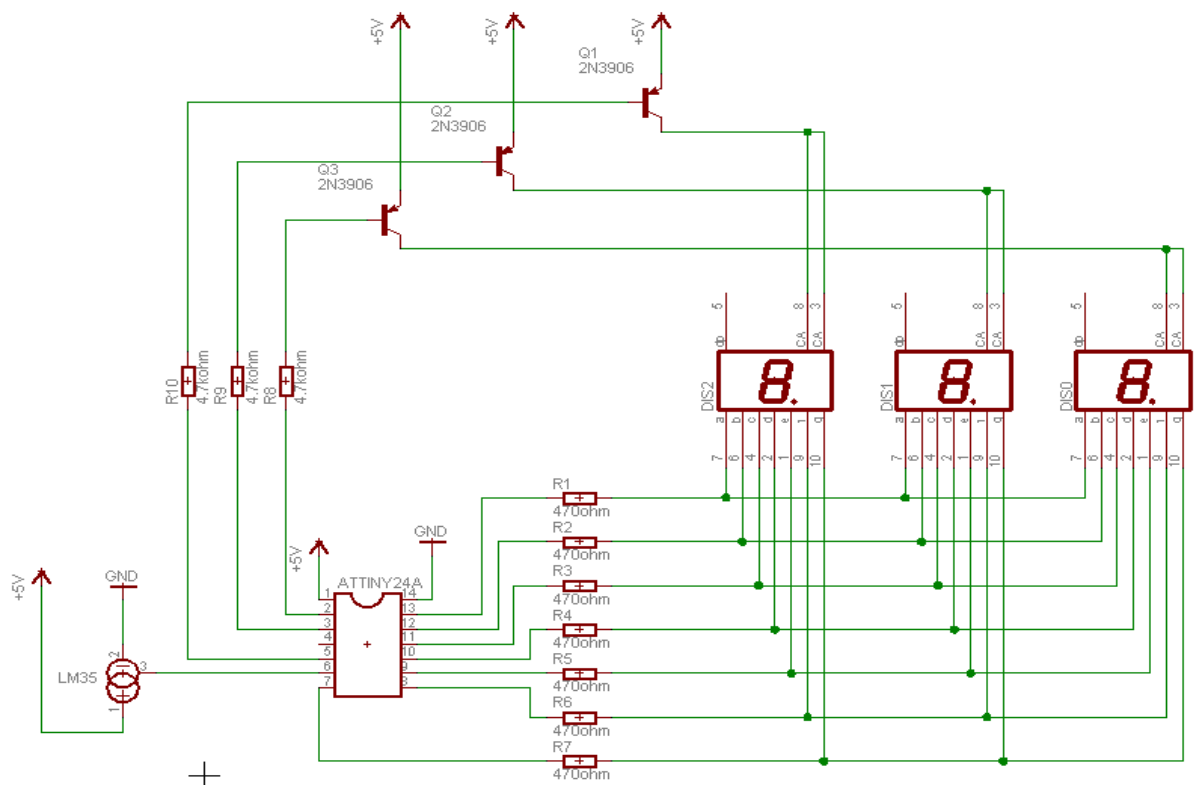
med prikazovalniki. Za to sem potreboval še tri pine, na katere sem prikloпил tranzistorje, ki so dovajali oziroma izklapljali napetost prikazovalnikom.

## 5. Načrti

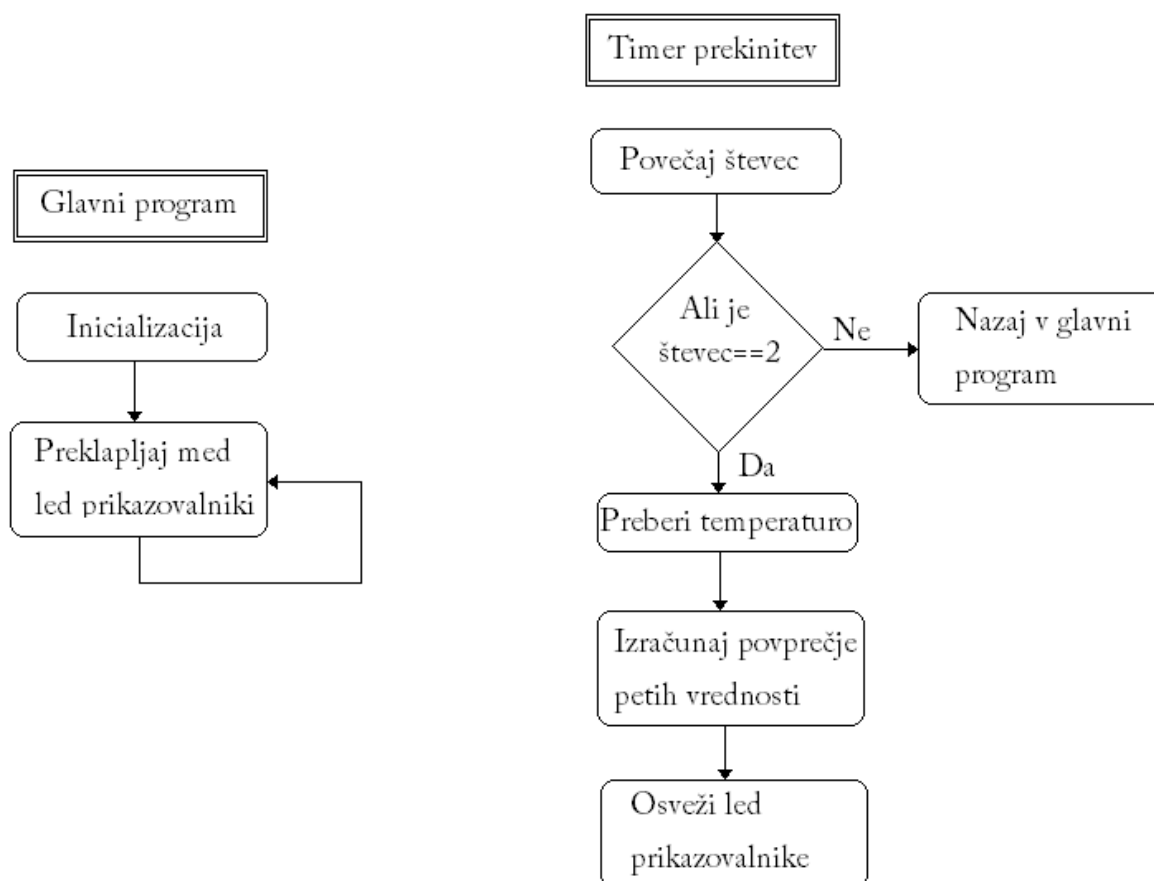
### 5.1 Blok shema



### 5.2 Vežje



### 5.3 Program



Program ob zagonu najprej postavi vse registre v mikrokontrolerju, ki so potrebni za delovanje timerja in analogno digitalno pretvorbo. Nato skoči v glavni program, ki neprestano kliče funkcijo `led_display()`. Ta funkcija skrbi za prikaz in osveževanje led prikazovalnika. Vsaki dve sekundi se sproži prekinitevna rutina, ki pokliče funkcijo `read_temp()`. Slednja prebere vrednost adc registra in jo pretvori v stopinje celzija. Nato pokliče funkciji `LPF()` in `temp_to_display()`. `LPF()` naredi povprečje med petimi odčitanimi vrednostmi. Funkcija `temp_to_display()` pa poskrbi za osveževanje enic in desetnic prikazovalnika. Naslednji dve sekundi se spet izvaja samo funkcija `led_display()`.

## 6. Kosovnica

Ref. Oznaka	Naziv oz. Vrednost	Ohišje	Število	Proizvajalec	Dobavitelj	€/kos
Attiny24a	ATTINY24A-PU	14pdip	1	Atmel	Farnell	3.60
R8,R9,R10	4.7kΩ	1206	3	Multicomp	Farnell	0.045
R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7	470Ω	1206	7	Multicomp	Farnell	0.045
DIS0,DIS1,DIS2	Sedem segmentni led prikazovalnik		3	Kingbright	Farnell	0.80
Q1,Q2,Q3	2N3906	TO-92	3	Multicomp	Farnell	0.17
Lm35	Lm35dz	TO-92	1	National instruments	Farnell	2.30
	Stikalo		1	Marquardt	Farnell	3.70
	1.5V AAA	AAA	3	Duracell	Mercator	1.00
	Baterijsko držalo		1	Keystone	Farnell	1.70

## 7. Ocena merilnega območja

Po mojih ocenah je merilno območje med 0 °C in 85 °C. To sklepam iz datasheeta mikrokontrolerja, kjer piše, da je njegovo območje delovanja med -40 °C in +85 °C. Ker je merilno območje senzorja med 0 °C in 100 °C sem lahko prišel do zgornje ocene.

## 8. Časovna in finančna rekapitulacija

Za dokončanje projekta sem pričakovano potreboval več časa, kot sem ga sprva predvidel. Največ sem ga porabil za spoznavanje s svetom avr-jev, takoj za tem pa je bilo na vrsti samo testiranje naprave. Poleg tega mi naprave ni uspelo oživetiti na tiskanem vezju. Po mojem mnenju je razlog za nedelovanje v nenatančnem spajkanju. Krivda ni izključno moja saj imam zelo star spajkalnik,



ki ga je čas že povozil. Ker se datum zagovora nezadržno bliža, bom napravo demonstriral na protoboardu. Odpravljanje napake pa bom preložil na naslednje tedne .

Stroški izdelave se niso bistveno povečali.

## 9. Reference

- 1) <http://www.ladyada.net/learn/sensors/tmp36.html>
- 2) <http://extremeelectronics.co.in/microchip-pic-tutorials/interfacing-lm35-temperature-sensor-with-pic-microcontroller/>
- 3) <http://www.kmitl.ac.th/~kswichit/avrthermo/avrthermo.html>
- 4) <http://www.avrfreaks.net/>

## 10. Priložene datoteke

Eagle datoteke:

- Termometer1.brd
- Termometer1.sch
- Termometer1.gpi
- Termometer1.dri
- Termometer1.plc
- Termometer1.pls
- Termometer1.sol
- Termometer1.stc
- Termometer1.sts

Predstavitev:

- Predstavitev.ppt

Programska koda:

- Thermometer\_code.doc