

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Merilnik temperature z AD590
Seminarska naloga pri predmetu Elektronska vezja

Matej Barič
64030002

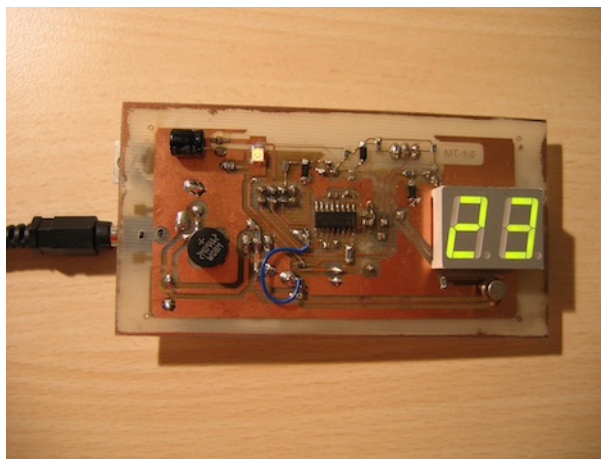
Sežana, 28. 9. 2010

Kazalo

1	Uvod	3
2	Delovanje izdelka	3
3	Tehnične specifikacije	3
4	Blok shema	4
5	Električna shema	5
6	Načrt tiskanega vezja	6
7	Kosovnica	8
8	Navodilo za uporabo	8
9	Testiranje in kalibracija	9
10	Ocena stroškov in poraba časa	10
11	Reference	10

1 Uvod

Za seminarsko nalogo sem si izbral merjenje temperature s pomočjo mikrokontrolerja LPC2131. Ta mikrokontroler sem si izbral, ker ga poznam že iz drugih predmetov, saj se zelo podobna mikrokontroler nahaja tudi na razvojni plošči Š-ARM. Poleg tega je bila to odlična priložnost spoznati način izdelave lastnih mikrokontrolerskih vezij.



Slika 1: Končni izdelek

2 Delovanje izdelka

Izdelek za merjenje temperature uporablja senzor AD590. Ta kot izhodno veličino uporablja tok in sicer $1 \mu\text{A}/\text{K}$, zato je senzor na A/D pretvornik vezan preko upora $6.8 \text{ k}\Omega$. Ker me velika točnost rezultata ne zanima (tudi sami elementi velike točnosti ne omogočajo) in ker same meritve v praksi nihajo tudi za $\pm 2 \text{ LSB}$ ($\pm 1^\circ\text{C}$), se za prikaz uporablja povprečje zadnjih štirih meritev, pred izpisom na prikazovalnik pa se dodatno še izvede histereza $\pm 1 \text{ LSB}$. To pomeni, da se v primeru odstopanja povprečne meritve od prejšnje povprečne meritve za največ 1 LSB ohrani prejšnja meritev, kar je v praksi vidno kot glajenje rezultata.

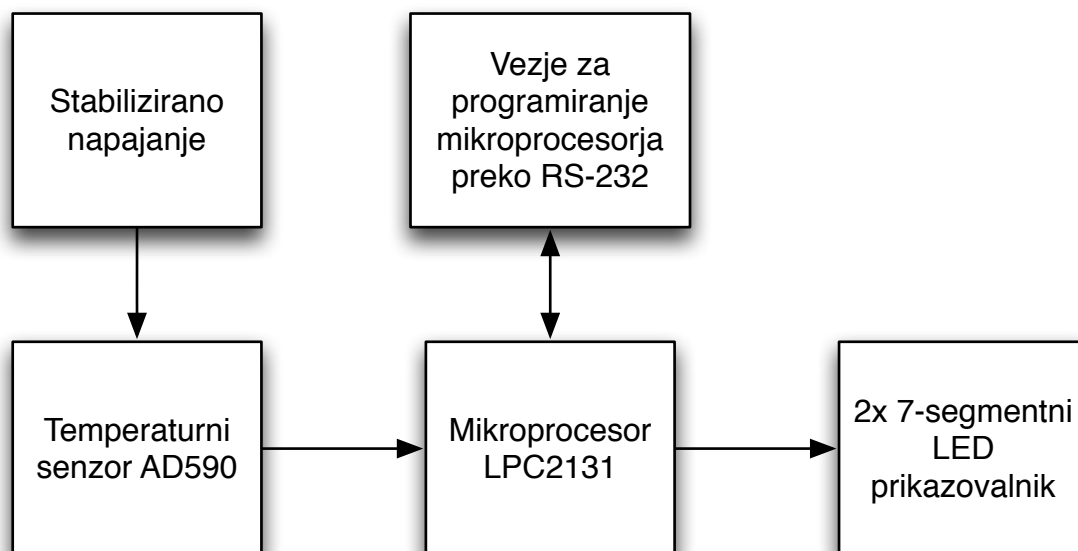
Ker poleg prikazovalnika nisem dobil navodil za njegovo uporabo, sem moral sam ugotoviti, na kakšen način deluje in kako izvesti kodiranje. Po nekaj urah eksperimentiranja sem ugotovil, da dva izmed dvanajstih pinov nimata učinka na prikaz, dva pina sta uporabljena za določitev mesta prikaza („01” pomeni prikaz desnega mesta, „10” pa prikaz levega mesta), preostalih 8 pinov pa se uporablja za prikaz sedmih segmentov in decimalne pike in sicer je segment osvetljen, če je na njegovem pinu logična ničla, neosvetljen pa je, če je na njegovem pinu logična enica. Ker prikazovalnik ne omogoča sočasnega prikaza obeh mest, je bilo potrebno izvesti tudi hitro preklapljanje med mestoma s frekvenco nad 25 Hz , kar povzroči, da utripanje prostemu očesu ni opazno.

3 Tehnične specifikacije

- Napajanje: AC/DC 9 - 16 V
- Temperaturno območje delovanja: 0 - 70°C

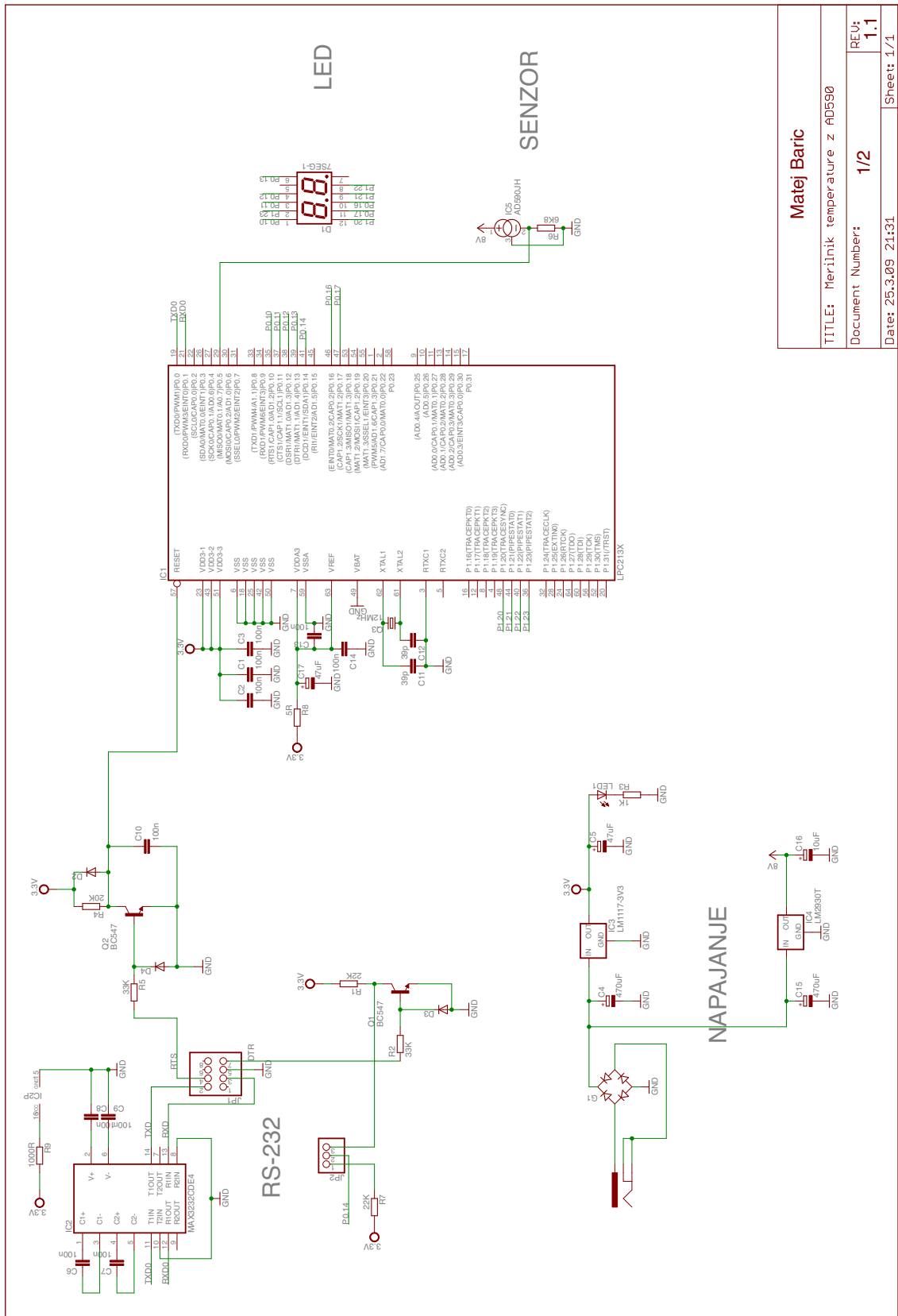
- Temperaturno območje hranjenja: -40 - 125 °C
- Ločljivost: 1 °C

4 Blok shema



Slika 2: Blok shema

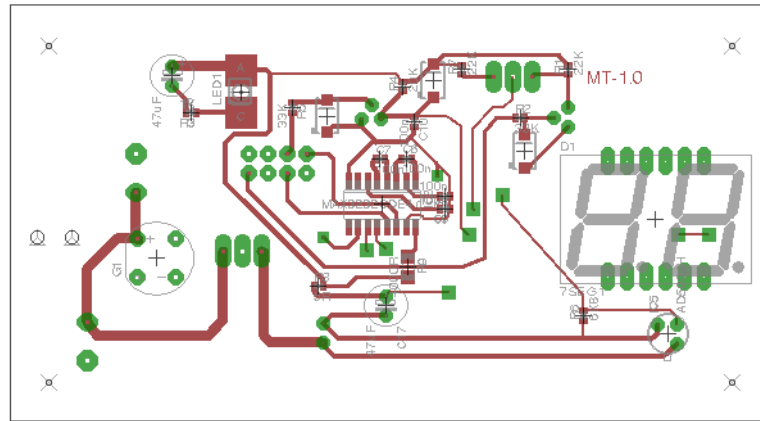
5 Električna shema



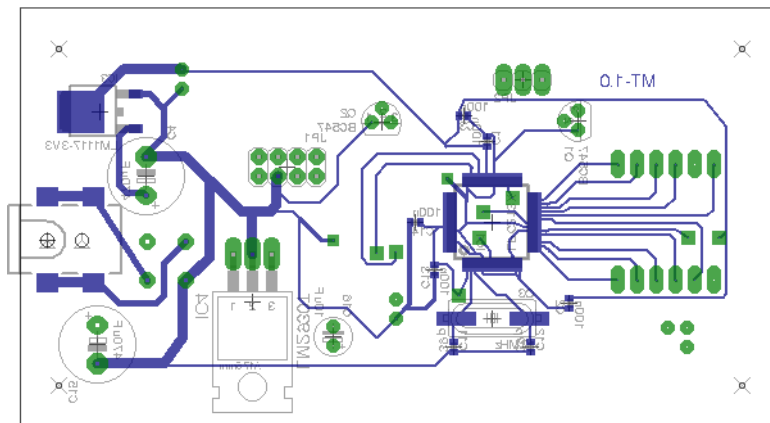
Matej Baric	
TITLE: Merilnik temperature z AD990	
Document Number:	1/2
REU:	1.1
Date:	25.3.09 21:31
Sheet: 1/1	

Slika 3: Električna shema

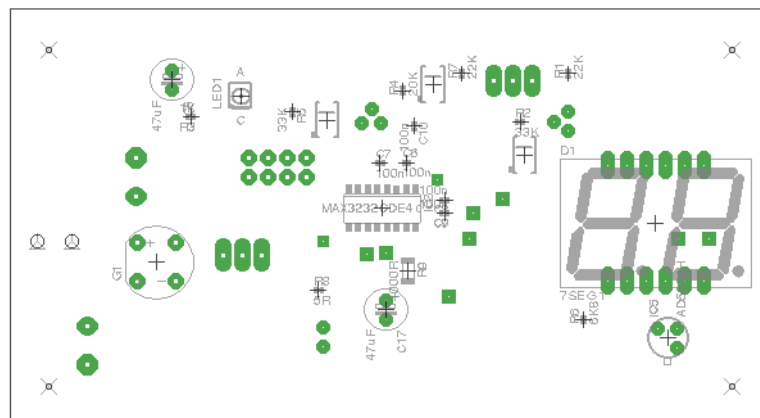
6 Načrt tiskanega vezja



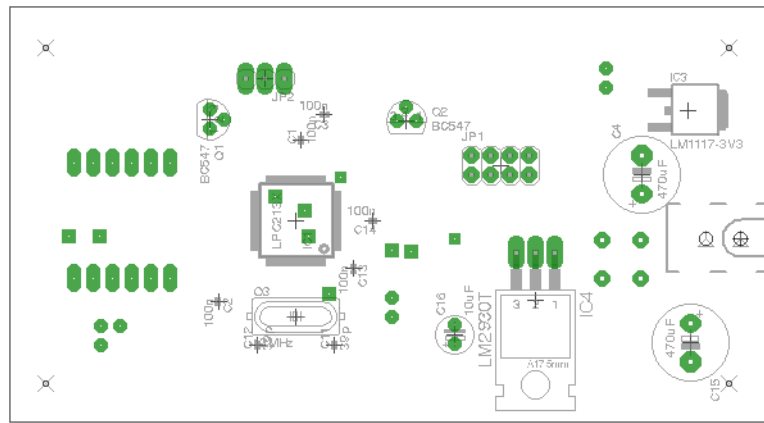
Slika 4: Zgornja plast



Slika 5: Spodnja plast



Slika 6: Načrt sestavljanja - zgornja plast



Slika 7: Načrt sestavljanja - Spodnja plast

7 Kosovnica

Ime	Vrednost	Naprava	Ohišje	Cena
C1	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C2	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C3	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C4	470 μ F	kondenzator	E5-10,5	0,069 €
C5	47 μ F	kondenzator	E2,5-6	0,028 €
C6	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C7	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C8	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C9	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C10	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C11	39 pF	kondenzator	C0805	0,007 €
C12	39 pF	kondenzator	C0805	0,007 €
C13	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C14	100 nF	kondenzator	C0805	0,009 €
C15	470 μ F	kondenzator	E5-10,5	0,069 €
C16	10 μ F	kondenzator	E2,5-5	0,018 €
C17	47 μ F	kondenzator	E2,5-6	0,028 €
D1	7-seg	prikazovalnik	-	0,5 €
D2		dioda	SMA	0,095 €
D3		dioda	SMA	0,095 €
D4		dioda	SMA	0,095 €
G1		gretz		0,2 €
IC1		LPC2131	LQFP-64	6,55 €
IC2		MAX3232-CDE4	SO16	1,02 €
IC3		LM-1117IMP-3.3	TO252	0,54 €
IC4		LM-2930T-8.0	TO220	0,93 €
IC5		AD590JH	TO18	5,43 €
J2		power jack	SMD	1 €
JP1		PINHD-2x4		-
JP2		PINHD-1x3		-
LED1		LED dioda	P-LCC-2	0,044 €
Q1		BC547	TO92	0,05 €
Q2		BC547	TO92	0,05 €
Q3	12 MHz	kvarc	SM49	0,82 €
R1	22 k Ω	upor	R0805	-
R2	33 k Ω	upor	R0805	-
R3	1 k Ω	upor	R0805	-
R4	20 k Ω	upor	R0805	-
R5	33 k Ω	upor	R0805	-
R6	6.8 k Ω	upor	R0805	-
R7	22 k Ω	upor	R0805	-
R8	5 Ω	upor	R0805	-
R9	0 Ω	upor	R1206	-

Tabela 1: Kosovnica

8 Navodilo za uporabo

Po priklopu poljubnega napajalnika med 9 in 16 V merilnik deluje avtonomno in ne zahteva dodatnega posredovanja uporabnika. Na LED prikazovalniku se izpiše trenutna temperatura v $^{\circ}\text{C}$. Če je temperatura

nižja od 0 °C, se na prikazovalniku prikaže znak „-“, če je temperatura višja od 70 °C pa se prikaže številka „99“.

Zaradi nizke svetilnosti LED prikazovalnika ob dnevni svetlobi je merilnik bolj primeren za notranje prostore.

9 Testiranje in kalibracija

Pri svojem delu sem se večkrat srečal z različnimi težavami, predvsem zato, ker še nisem izdelal lastnega vezja z mikrokrmilniškimi sistemom in z izdelavo takih vezij še nimam izkušenj. Tako sem namreč slabo ocenil velikosti padov za nekatere manjše SMD elemente (upori, kondenzatorji), pri postavljanju in povezovanju elementov na ploščici pa sem napačno sklepal, da ima podoben element (ki je za razliko od uporabljenega prisoten v EAGLE knjižnici) enake priključke in sem zato moral prevezovati povezave na vezju. To dvojje mi sicer ni povzročalo večjih težav pri popravkih vezja.

Veliko časa sem porabil za testiranje vezja, ker se prevedena hex datoteka, ki se je s programom uspešno prenesla v FLASH pomnilnik mikrokrmilnika, ni uspela pognati. Kasneje sem s pomočjo asistenta ugotovil, da je nekaj narobe med linkersko in inicializacijsko skripto, katere sem sicer uspešno uporabil na razvojni ploščici Š-ARM s programskim okoljem WinIDEA, kajti isti program, preveden z drugim orodjem, je kasneje deloval brez problemov.

Kasneje sem naletel še na problem, ko vhod v A/D pretvornik na mikrokrmilniku ni pravilno prebral vrednosti na pinu, to pa sem rešil tako, da sem vhod prevezal na drugi vhod v A/D pretvornik. Ker sem za celoten projekt kljub relativni enostavnosti porabil veliko časa, nisem več ugotavljal, ali je šlo za napako v programu ali napako na vezju.

Kalibracijo sem izvedel s pomočjo drugega termometra, ki sem ga imel doma in je omogočal merjenje temperature v območju med 0 - 60 °C. Tako sem pri prvi primerjalni meritvi na sobni temperaturi izmeril razliko, ki je znašala $E = T_{izm} - T_{ref} = 4$ °C. Podobno se je pokazalo pri merjenju v hladilniku in kuhinjski pečici. Ker nas velika točnost ne zanima, sem razliko v meritvah pri sobni temperaturi, pretvorjeno v desetiško vrednost A/D pretvornika, vnesel v program na mesto, kjer odčitavamo temperaturo s senzorja, kot korekcijo koeficienta linearne enačbe

$$T [^{\circ}C] = \frac{(N_{izm} - N_{0^{\circ}C} + N_E)}{N_{max}} \cdot \frac{V_{dd}}{R},$$

pri čemer je N_{izm} neposreden izmerjeni rezultat, $N_{0^{\circ}C} = 573$, $N_{max} = 1024$, $V_{dd} = 3,26$ V ter $R = 6,8$ kΩ. Ker sem se zaradi želje po manjšem programu želel izogniti računanju z realnimi števili, sem enačbo v programu preoblikoval tako, da je najprej na vrsti množenje, šele nato pa deljenje. Tako so numerične napake bistveno manjše kot pri direktnem vnosu enačbe.

Pri merjenju bi lahko upoštevali tudi napako AD pretvornika na mikrokrmilniku, vendar bi bila kalibracija v tem primeru še precej bolj zapletena.

10 Ocena stroškov in poraba časa

	Cena (€)
Elementi iz kosovnice	7,3 €
Ploščica FR4	2 €
Potrošni material za jedkanje in fotopostopek	zanemarljivo
<i>Skupaj</i>	<i>10 €</i>

Tabela 2: Ocena stroškov

Vrsta dela	Čas (h)
Idejna zasnova in zbiranje informacij	8
Podrobno izbiranje elementov	12
Risanje in popravljanje električne sheme	4
Postavitev elementov in risanje povezav	16
Priprava ploščice, jedkanje in spajkanje	7
Pisanje programa	6
Debugiranje strojne in programske opreme	24
<i>Skupaj</i>	<i>77</i>

Tabela 3: Poraba časa

11 Reference

- LPC213x User Manual
<http://www.standardics.nxp.com/support/documents/microcontrollers/pdf/user.manual.lpc2131.lpc2132.lpc2134.lpc2136.lpc2138.pdf>
- LPC213x Datasheet
<http://www.standardics.nxp.com/products/lpc2000/datasheet/lpc2131.lpc2132.lpc2134.lpc2136.lpc2138.pdf>
- AD590 Datasheet
http://www.analog.com/static/imported-files/Data_Sheets/AD590.pdf
- MAX3232 Datasheet
<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max3232.pdf>
- Forum Elektronik.si
<http://www.elektronik.si>