

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko

Urban Purkat

# **Kontrola centralne kurjave in solarnega sistema**

seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

V Ljubljani, marec, 2004

# 1. Kazalo

<b>1. KAZALO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. KAZALO SLIK.....</b>	<b>2</b>
<b>3. UVOD .....</b>	<b>3</b>
3.1. MOTIVACIJA.....	3
3.2. FUNKCIONALNI OPIS PROJEKTA.....	3
<b>4. GLAVNI DEL .....</b>	<b>5</b>
4.1. OPIS DELOVANJA PODSKLOPOV VEZJA .....	5
4.1.1. <i>Prikazovalnik</i> .....	5
4.1.2. <i>Tipkovnica</i> .....	5
4.1.3. <i>Merilni del</i> .....	5
4.1.4. <i>Stikalni del</i> .....	5
4.2. ANALIZA DELOVANJA .....	5
4.2.1. <i>Prikazovalnik</i> .....	6
4.2.2. <i>Tipkovnica</i> .....	6
4.2.3. <i>Merilni del</i> .....	6
4.2.4. <i>Stikalni del</i> .....	6
4.3. ANALIZA DELOVANJA .....	7
4.4. IZMERJENE KARAKTERISTIKE.....	7
<b>5. ZAKLJUČEK.....</b>	<b>9</b>
5.1. MOREBITNE TEŽAVE .....	9
5.2. SKLEPNE UGOTOVITVE .....	9
5.3. MOŽNOST NADGRADNJE .....	9
<b>6. PRILOGE.....</b>	<b>10</b>
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>10</b>

# 2. Kazalo slik

<b>SLIKA 1: BLOK DIAGRAM .....</b>	<b>4</b>
<b>SLIKA 2: TOKOVNI GENERATOR - TOK V ODVISNOSTI OD VHODNE NAPETOSTI.....</b>	<b>8</b>
<b>SLIKA 3: TOKOVNI GENERATOR - TOK V ODVISNOSTI OD BREMSKE UPORNOSTI .....</b>	<b>8</b>

## **3. Uvod**

### **3.1. Motivacija**

Projekta sem se lotil zaradi praktičnega problema, ki ga imamo doma. Imamo centralno peč na drva, ki greje radiatorje in zbiralnik za vodo. Poleg teha imamo tudi solarni sistem, ki je ločen od centralne kurjave, a se z njo stika v zbiralniku za vodo. Zaradi tega stika nastane sledeč problem. Ko se spomladi pojavijo dnevi z malo več sonca, se voda v zbiralniku segreje. V hiši pa je še hladno, zato seveda zakurimo peč. Z namenom, da se prostori čimprej ogrejejo, moja mama termostat obrne na nizko temperaturo, kasneje pa ga pozabi zavrteti nazaj. Pri tem nastane problem, ko v peči ugasne in temperatura v peči pade pod temperaturo vode v zbiralniku. Vodna črpalka pa še kar črpa vodo, saj termostat ne izklopi, ker je temperatura v sistemu centralne kurjave previsoka. Črpalka izklopi, ko temperatura v zbiralniku, od koder se sedaj »napaja« sistem centralne kurjave, pade. S tem pa ostanemo brez tolpe vode.

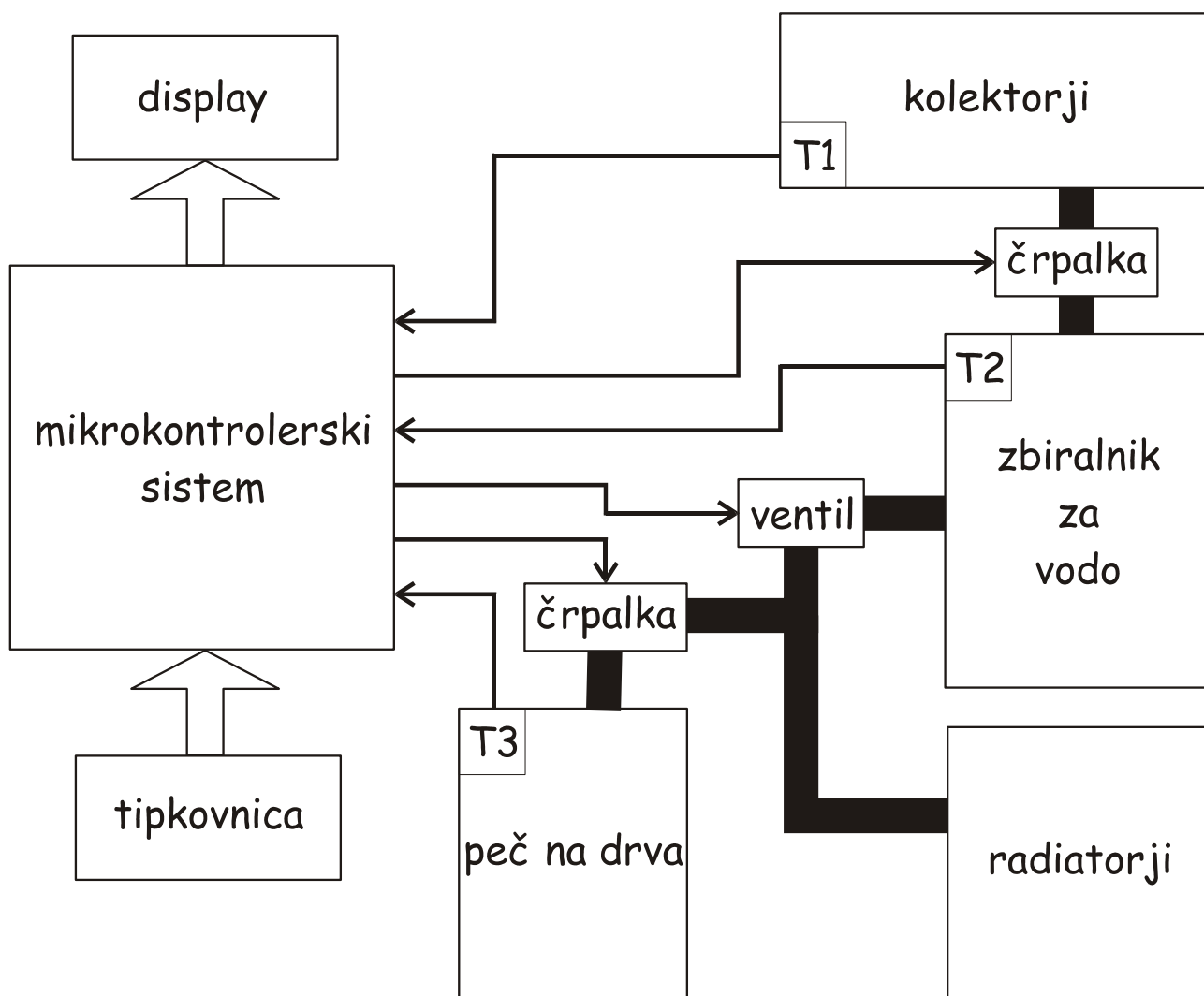
### **3.2. Funkcionalni opis projekta**

Rešitev problema sem si zamislil tako, da mikrokontrolerski sistem krmili obe vodni čpralki (centralna kurjava in solarni sistem) in ventil, ki v zaptem položaju onemogoči pretok vode (sistema centralne kurjave) skozi zbiralnik za vodo.

Sistem za pravilno delovanje potrebuje tudi informacijo o temperaturah v peči, v zbiralniku vode in v kolektorjih. V ta namen imamo tri temperaturne senzorje.

Sistem ima tudi tipkovnico, s katero lahko spreminjamo nastavitve, in prikazovalnik (display in kontrolne lučke), ki pomaga pri nastavljanju in prikazuje trenutno stanje sistema.

Opisano si je lažje predstavljati s pogledom na blok diagram na sliki 1.



Slika 1: Blok diagram

## **4. Glavni del**

### **4.1. Opis delovanja podsklopov vezja**

Za razvojni mikrokontrolerski sistem sem vzel sistem, ki ga je zgradil mag. Andrej Nussdorfer. Temelji na mikroprocesorju HC11 (Motorola). Razvojnega sistema ne bom opisoval, ker je podrobno opisan v [1] in [2].

Zgradil sem tudi dodatno strojno opremo, ki jo bom tudi podrobneje opisal v naslednjih razdelkih. Električna shema je v prilogi. Sestavljena je iz več podsklopov: prikazovalnik, tipkovnica, merilni del in stikalni del.

#### **4.1.1. Prikazovalnik**

Prikazovalnik je sestavljen iz štirimestnega LED displaya in osmih LED diod. Tri zelene diode so prikazujejo stanje (vklopljeno ali izklopljeno) obeh črpalk in ventila. Štiri rumene nam povejo, kaj je prikazano na displayu. Rdeča dioda pa gori, če smo v načinu nastavljanja.

#### **4.1.2. Tipkovnica**

Tipkovnica ima tri gumbе: gumb set, s katerim izbiramo različne nastavitve in gumba up in down, s katerima spreminjamo vrednost ali pregledujemo stanje sistema.

#### **4.1.3. Merilni del**

Merilni del je sestavljen iz preciznega tokovnega generatorja in silicijevih temperaturnih senzorjev, ki jih vklapljamо s pomočjo programske opreme. Napetost na senzorjih merimo in vodimo na analogno-digitalni (A/D) pretvornik mikroprocesorja. Tako ob znanem toku skozi senzor izračunamo temperaturo.

#### **4.1.4. Stikalni del**

Stikalni del je sestavljen iz treh relejev, ki jih krmilimo s pomočjo programske opreme. Releji vključujejo oz. izključujejo obe črpalke in odpirajo oz. zapirajo ventil.

### **4.2. Analiza delovanja**

Sistem bo moral opravljati več opravil hkrati (merjenje temperature, branje tipkovnice, kontrola prikazovalnika, ...) in vse skupaj opravljati v realnem času, zato sem se odločil za večopravilnostni operacijski sistem v realnem času (Real-time multitasking operational

system). Tak operacijski sistem opravlja več opravil hkrati in v realnem času (neodvisno od hitrosti mikroprocesorja).

Sistem je pripravljen tudi na morebitne izpade napajanja, saj ima vse vitalne podatke shranjene v EEPROMu in jih ob inicializaciji iz njega naloži v RAM. Ob vsaki spremembi teh parametrov, se spremembe zapišejo v EEPROM.

V nadaljevanju bom opisal posamezne sklope strojne opreme s strani uporabnika.

#### **4.2.1. Prikazovalnik**

Na štirimestnem LED displayu je prikazana bodisi trenutna temperatura izbranega senzorja.

LED diode prikazujejo naslednje:

- tri zelene diode so prikazujejo stanje (vklopljeno ali izklopljeno) obeh črpalk in ventila,
- štiri rumene nam povejo, kaj je prikazano na displayu,
- rdeča dioda gori, če smo v načinu nastavljanja.

#### **4.2.2. Tipkovnica**

Tipkovnica ima tri gumbе:

- gumb set, s katerim izbiramo različne nastavitve,
- gumba up in down, s katerima spreminjamo vrednost ali pregledujemo stanje sistema.

#### **4.2.3. Merilni del**

Merilni del je sestavljen iz preciznega tokovnega generatorja in silicijevih temperaturnih senzorjev, ki jih vklapljamо s pomočjo programske opreme.

Tokovni generator je sestavljen iz MOS tranzistorja, skozi katerega teče željen tok. S pomočjo operacijskega ojačevalnika, katerega izhod krmili vrata tranzistorja, prenesemo referenčno napetost (LM336 - 2,49V) na natančen upor (2k49), kar nam da natančen tok neodvisen od vhodne napetosti ali upornosti bremena (senzorja).

Napetost na senzorju vodimo na analogno-digitalni (A/D) pretvornik mikroprocesorja. Tako ob znanem toku skozi senzor izračunamo temperaturo.

#### **4.2.4. Stikalni del**

Stikalni del je sestavljen iz treh relejev, ki jih krmilimo s pomočjo programske opreme. Releji vključujejo oz. izključujejo obe črpalke in odpirajo oz. zapirajo ventil.

### **4.3. Analiza delovanja**

Delovanje lahko v grobem razdelimo na dva dela: glavni program, ki v neskončni zanki čaka na vhodne podatke - pritiske tipk, in opravila, ki neodvisno od glavnega programa opravljajo različne funkcije. Opravila lahko naprej delimo na:

- gonilnik displaya
- real time ura
- gonilnik tipkovnice
- shranjevanje podatkov na EEPROM
- krmiljenje vklopov ventila in črpalk
- prenos medpomnilnikov

Na začetku glavnega programa se (po inicializaciji) sistem nahaja v načinu »Normal«. V tem načinu lahko s pomočjo gumbov up in down spremljamo temperature senzorjev. Rumene LED diode nam povejo katera temperatura je prikazana na displayu. Če pritisnemo tipko set, pridemo v način »Setup«. V tem načinu nastavljamo ključne parametre sistema, ki nam določajo njegovo obnašanje. S tipkama up in down spreminjamo trenutni parameter, s tipko set pa krožno menjamo parametre (C1on, C1hist, C2on, C2hist, Von, Vhist).

Pomen parametrov:

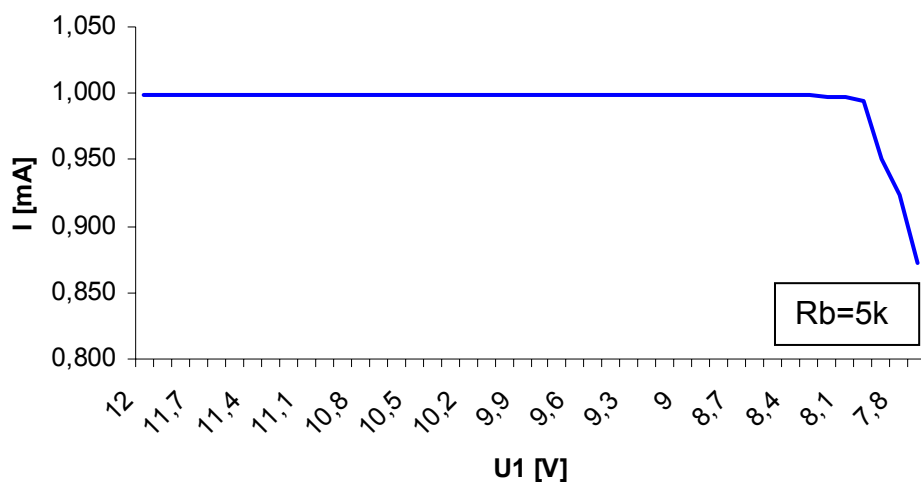
- C1on - temperatura, pri kateri se vklopi črpalka 1
- C1hist - histereza izklopa črpalke 1
- C2on - temperatura, pri kateri se vklopi črpalka 2
- C2hist - histereza izklopa črpalke 2
- Von - temperatura, pri kateri se odpre ventil
- Vhist - histereza zaprtja ventila

Iz načina »Setup« se vrnemo z dolgim (več kot 5s) pritiskom na tipko set, ali pa po 30s neaktivnosti tipk.

### **4.4. Izmerjene karakteristike**

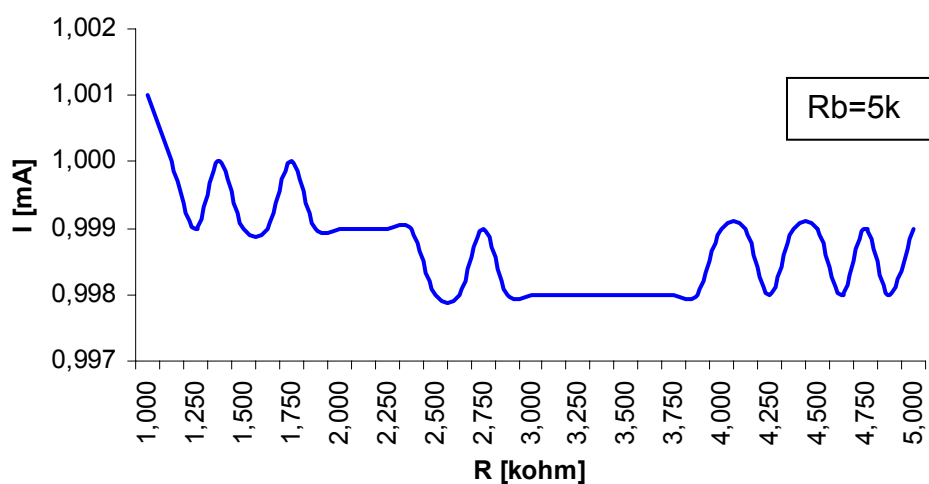
Za merjenje je zanimiv zgolj merilni del. Merjenje treh temperatur poteka približno 30ms (10ms na senzor). Odvisno od temperature na posameznem senzorju se ta čas malo spreminja, vendar nikoli ne gre čez 30ms. To je čas, ki ga človek ne more zaznati (človeški refleks je približno 80ms). Torej se meritev opravi v hipu, brez zakasnitev.

Zanimivi sta meritvi toka glede na spreminjanje vhodne napetosti in bremenske upornosti.



**Slika 2: Tokovni generator - tok v odvisnosti od vhodne napetosti**

Vidimo, da je tok kar konstanten nad 8V vhodne napetosti, kar nam zagotavlja zadovoljivo varnost pri morebitnem 9V napajanju.



**Slika 3: Tokovni generator - tok v odvisnosti od bremenske upornosti**

Iz grafa lahko vidimo, da je sprememba med največjo in najmanjšo vrednostjo 0,3%, kar je več kot dobro, če vemo, da je natančnost senzorja 2%.



## **5. Zaključek**

### **5.1. Morebitne težave**

Do težav lahko pride pri merjenju »ekstremnih« temperaturah, ki jih nisem predvidel. Vemo, da je temperatura vode med 0 in 100°C. Sistem pozna temperature od -55 do 150°C, kar bo moralo zadostovati za normalne vremenske razmere v Sloveniji.

Prav tako lahko pride do težav, če bi nastavitve poljubno spreminjali. Brez histereze bi releji na mejnih vrednostih neprestano preklapljali. Še večji kaos bi nastal, če bi bila histereza »negativna«, kar bi povzročilo nedelovanje sistema. To se pa seveda da popraviti z malonkostnimi popravki programa.

### **5.2. Sklepne ugotovitve**

Prikazani krmilni sistem je relativno draga stvar za tržišče in zato ni uporaben za masovno proizvodnjo. Stvar bi se dalo precej poenostaviti, vendar sem se stvari lotil tudi z namemon, da se nekaj naučim. Ker je sistem vgrajen na mojem domu, mi je vsak trenutek dostopen za nadgrajevanje.

### **5.3. Možnost nadgradnje**

Nadgradnja sistema bo definitivno šla v smeri robustnosti sistema na težave opisane v razdelku 5.1.

Poskusil bom narediti še dodatne funkcije:

- povezava z osebnim računalnikom in beleženje dnevnika temperatur in preklapov,
- elegantnejše nastavljanje (sedaj je treba za vsako spremembo pritisniti tipko, omogočil pa bi lahko tudi držanje tipke in spreminjanje dokler je pritisnjena),
- samodejni izklop displaya po določenem času,
- preklop na »stand by« način pozimi, ko so temperature prenizke za solarni sistem.

## 6. Priloge

- A. Električna shema - shema.pdf
- B. Kataloški podatki uporabljenih senzorjev (v angleščini) - sensor.pdf

## 7. Literatura

- [1] Tuma, Tadej; Nussdorfer, Andrej: Mikrokrmilniški sistemi, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2004.
- [2] Tuma, Tadej: Mikrokrmilniški sistemi, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2000.
- [3] Motorola: HC11 – M68HC11 Reference Manual, Motorola, 1996.
- [4] <http://www.motorola.com/>