IEEESTEC

7th Student projects conference

Organized By:
EESTEC LC Niš
IEEE Student Branch Niš
Faculty of Electronic Engineering Niš

With the cooperation of:
IEEE Serbia and Montenegro section
IEEE Electron Devices/Solid-State Circuits Chapter
IEEE Microwave Theory and Techniques Chapter

ISBN: 978-86-6125-114-6

Publisher:
Faculty of Electronic Engineering, Niš
P.O.Box 73, 18000 Niš
http://www.elfak.ni.ac.rs

Chairman:
Danković Danijel

Vice Chairman:
Vučković Dušan
Todorović Darko
Marjanović Miloš

Editors of Proceedings:
Stojadinović Ninoslav
Milovanović Bratislav
Marković Vera
Đorđević S. Goran
Danković Danijel

Secretary:
Nešić Damir
Dević Saša
Vučić Nikola
Ilijin Sandra
Božić Miroslav
Kalezić Željko
Simić Nikola
Dimitrijević Dragana
Veličković Đorđe
Mitić Miloš
Dinić Neda

Technical Editor:
Miloš Marjanović

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.3(082)
004(082)

IEEESTEC Student Project Conference (7 ; 2014 ; Niš)
IEEESTEC 7th Student Project Conference, [Niš, 2014] / organized by EESTEC LC, Niš ... [et al.] ; [editors Stojadinović Ninoslav ... et al.]. - Niš : Faculty of Electronic Engineering, 2014 (Niš : Unigraf). - 210 str. : ilustr. ; 30 cm

Kor. nasl. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst štampan dvostubačno. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-6125-114-6

1. Stojadinović, Ninoslav, 1950- [уредник] 2. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Studentski ogranak (Niš)
a) Електротехника - Зборници b) Рачунарство - Зборници
COBISS.SR-ID 211303692

Printed by: „Unigraf“, Niš
Circulation: 100 copies

Reviewers:

1. Goran Nikolić
2. Marko Dimitrijević
3. Sandra Đošić
4. Boban Veselić
5. Saša Dević
6. Mirjana Perić
7. Marija Milijić
8. Miona Andrejević Stošović
9. Dejan Milić
10. Emilija Živanović
11. Sanja Aleksić
12. Aleksandar Ilić
13. Miloš Marjanović
14. Nenad Milošević
15. Vojkan Davidović
16. Miodrag Stojanović
17. Martin Jovanović
18. Aleksandar Milenković
19. Nikola Simić
20. Miroslav Božić
21. Ivica Marković
22. Aleksandra Đorić
23. Milić Pejović
24. Borisav Jovanović
25. Stevica Cvetković
26. Marko Anđelković
27. Milan Radić
28. Staniša Perić
29. Ana Vučković
30. Bojana Nikolić
31. Aleksandar Vulović
32. Milan Savić
33. Miloš Đorđević
34. Danijel Danković
35. Miloš Stošić
36. Bratislav Predić
37. Vladimir Ćirić
38. Vesna Paunović

Secretary:
Nešić Damir
Dević Saša
Vučić Nikola
Ilijin Sandra
Božić Miroslav
Kalezić Željko
Simić Nikola
Dimitrijević Dragana
Veličković Đorđe
Mitić Miloš
Dinić Neda

Table of contents:

Upravljanje saobraćajnom signalizacijom, parkingom i rasvetom korišćenjem PSoC-a 1
Digitalni sat sa alarmom, kalendarom i termometrom 5
Laboratorijska maketa za podešavanje PID regulatora na primeru pozicioniranja loptice u vertikalnom vazdušnom tunelu 11
Sportski semafor – Scoreboard 15
Matrični LED displej za prikazivanje 8 karaktera 19
Daljinsko upravljanje PIC mikrokontrolerom pomoću infrared komunikacije 23
Primena digitalnih filtara u kriptografiji 27
Osnovne studije na Politehničkom Univerzitetu u Bukureštu 31
Optimizacija i skaliranje energije 3D struktura samoorganizovanih magnetnih čestica 35
Proces izrade sfernog mikrofonskog niza sa 32 mikrofonska elementa 41
Energija vetra kao pokretač LED displeja 45
Život i studiranje u Sjedinjenim Američkim Državama 49
Život i studije na Univerzitetu u L'Aquili u Italiji 53
A Review of Dosimetric Properties of RADFETs 57
Projektovanje linearnog izvora napajanja 65
Simulacija mrežnog fotonaponskog sistema 69
Pametna roletna - Smart blind 73
Procena grešaka u proračunu stacionarnih režima asinhrone mašine usled primene ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima 77
Chancellor - aplikacija za razvoj softvera 81
Projektovanje prekidačkog izvora napajanja 85
Unapređenje rada sistema koji koristi Metaio SDK na osnovu količine osvetljenja i rastojanja uređaja od objekta koji se prepoznaje 89
Elektronska brava SICEF-a 93
Projektovanje sistema za brojanje posetilaca u realnom vremenu uz pomoć TSOP senzora 97
MoodleQuiz Android application for solving Moodle quizzes 101
Primena pametnih mernih uređaja za kontrolu ispravnosti rada brojila električne energije 105
Wordarium – aplikacija za interaktivno učenje stranih reči 109
WEB kontrola osvetljenja u pametnoj kući 113
Pametna ruka (Smart hand) 117
Analiza uticaja izbora opsega kvantizera na kompresiju grayscale slika 121
XMLkviz u jeziku C# na Silverlight platformi 125
Programiranje LED kocke pomoću Raspberry mikroračunara 131
Android aplikacija za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha 137
Realizacija aktivnog filtra za primenu u obradi elektrokardiografskih signala 141
Realizacija prijemnika sa prilagođenim filterom za pravougaone impulse u osnovnom opsegu 145
Softverska implementacija korelacionog prijemnika u osnovnom opsegu 151
Testiranje eksperimentalne postavke ultrazvučnog sonara kratkog dometa 155
Realizacija i analiza jednostavnog ekvilajzera za optički prijemnik sa visokom impedansom 159
Linearni drajver konstantne struje za laserski pokazivač 163
Pojačavač sa automatskom kontrolom pojačanja za optički prijemnik 167
Prepoznavanje oštećenja na tekstilu korištenjem Gaborovog filtera 171
Upravljanje brzinom vrtnje DC motora 175
Uticaj konsolidacije servera na životnu okolinu 181
JARNA - sistem za merenje visine snežnog pokrivača, vlažnosti i temperature vazduha 185
Lego robotska ruka 189
Vremenski Server 193
Primena regulacionih transformatora u distributivnim mrežama 197
Sistem za kontrolu radnog vremena i pristupa laboratoriji realizovan na Raspberry Pi platformi 201
Automatika postrojenja za preradu ispirnih voda linije za galvansko nanošenje Cu i Sn 207

Upravljanje saobraćajnom signalizacijom, parkingom i rasvetom korišćenjem PSoC-a

Miloš Marjanović

Sadržaj – U ovom radu opisana je jedna od realizacija sistema za kontrolu saobraćajne signalizacije i rasvete pomoću programabilnog sistema na čipu. Realizovana je maketa raskrsnice i parkinga gde se PSoC-om kontrolišu semafori, ulična rasveta i ulaz na parking.

I. UVOD

U praksi postoji više načina za projektovanje, razvoj i implementaciju inteligentne saobraćajne signalizacije, od diskretnih logičkih kola do integrisanih programabilnih kola i mikrokontrolera [1]-[5]. Programabilni sistem na čipu (Programmable System-on-Chip, PSoC) omogućava istovremeno upravljanje više delova saobraćajne signalizacije i parkinga pomoću samo jednog čipa. Jedan PSoC čip može da integriše više od 100 perifernih funkcija čime se štedi prostor na štampanoj ploči, smanjuje potrošnja celog sistema i snižavaju ukupni troškovi razvoja i proizvodnje [6]. Ovaj rad predstavlja još jedan od primera primene PSoC-a [7], [8]. Pravila o vertikalnoj saobraćajnoj signalizaciji (semaforima) [9] u smislu perioda trajanja svetla i redosledu njihovog uključivanja podložna su promenama, pa je korišćenje programabilnih čipova u ovakvim sistemima velika prednost.

U ovom radu opisan je sistem koji upravlja radom semafora na raskrsnici, vrši kontrolu uličnog osvetljenja i reguliše ulaz na parking, implementiran na PSoC-u. Realizovana je maketa koja ilustruje rad projektovanog sistema.

II. REALIZACIJA SISTEMA

A. Hardverska realizacija

Za realizaciju sistema za upravljanje saobraćajnom signalizacijom i parkingom korišćen je čip iz familije PSoC3, CY8C3866AXI-040 [10], koji sadrži 8-bitni 8051 CPU, memoriju, analogni i digitalni podsistem. PSoC čip obrađuje podatke sa fotootpornika i kontroliše ulično osvetljenje, reguliše rad semafora za vozače automobila i pešake, generiše PWM signal za IC diode, obrađuje podatke sa optičkih senzora i vrši kontrolu ulaza na parking. Fotootpornik se koristi kao senzor osvetljenosti, a optički senzor infracrvenog zračenja u kombinaciji sa IC diodom za detekciju automobila na ulazu i izlazu parkinga. U realnoj praktičnoj realizaciji bi za semafore i rasvetu bili korišćeni LED moduli. Za potrebe razvoja i testiranja sistema izrađena je maketa raskrsnice sa potrebnim komponentama, pri čemu su semafori i ulična rasveta realizovani LED diodama. Električna šema makete data je na slici 1. Sistem se napaja sa 3.3V DC.

Blok za kontrolu uličnog osvetljenja se sastoji iz razdelnika napona koga čine otpornik i fotootpornik. Osvetljenost je srazmerna naponu na razdelniku koji se određuje upotrebom AD konvertora PSoC-a. Jedan izlazni pin (P12[1]) kontroliše stanje ulične rasvete, koju na maketi predstavljaju dve bele LED diode (D11 i D12).

Semafori su predstavljeni sa ukupno 10 LED dioda u odgovarajućim bojama, od kojih je svaka preko otpornika za ograničenje struje povezana na poseban pin PSoC čipa. Na maketi su po dva semafora za vozače automobila i pešake, na glavnoj i sporednoj ulici.

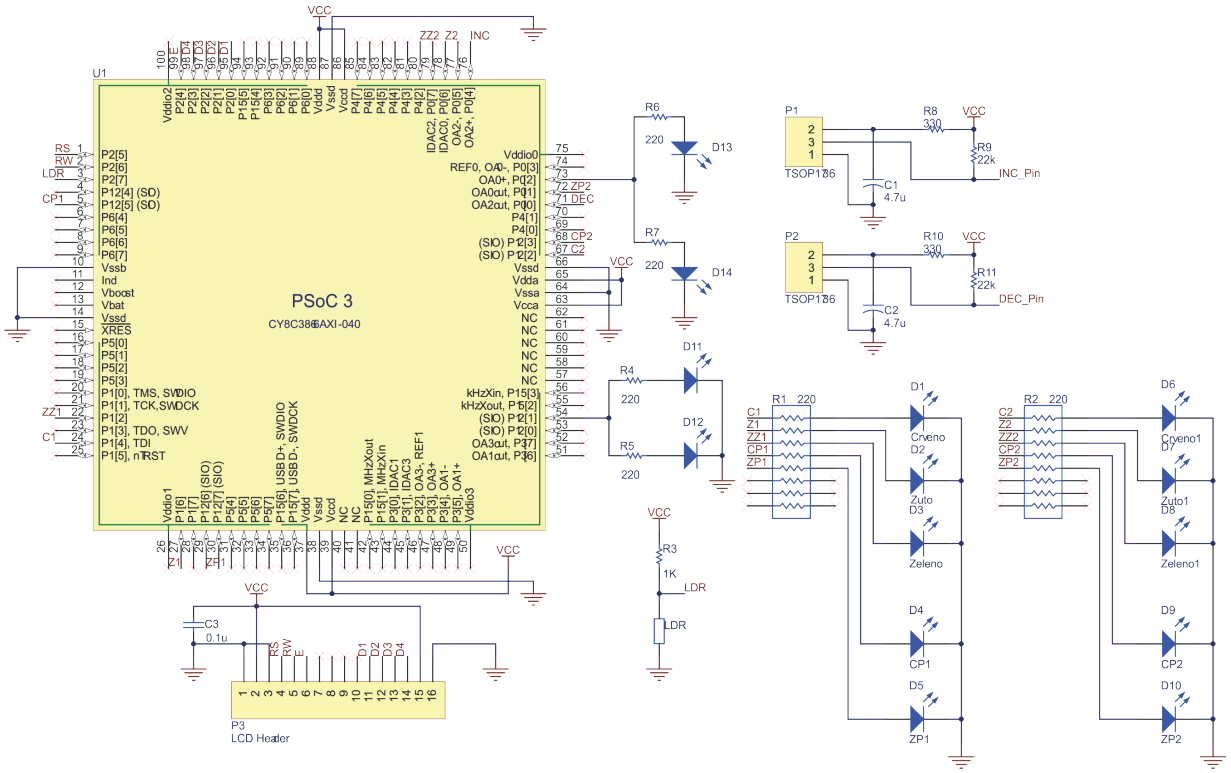
Kontrola parkinga vrši se sa dva para optoelektronskih komponenata: predajne IC diode CQY99 [11] i prijemnog optičkog senzora TSOP173 [12], na ulazu i izlazu parkinga. PSoC čip na pinu P0[2] uz pomoć ugrađene komponente PWM [13] generiše povorku praougaonih impulsa frekvencije 36 kHz, kojima se pobuđuju IC diode koje su u optičkoj sprezi sa senzorom. Ovaj senzor je prijemni modul za infracrvenu svetlost, integriše PIN diodu i predpojačavačko kolo, tako da se izlazni signal direktno može dekodirati mikrokontrolerom. Kada infracrvena svetlost koju emituju diode u impulsima frekvencije 36 kHz, dospeva do senzora, izlazni napon senzora odgovara naponu logičke jedinice. Kada svetlost bude prekinuta (usled dolaska/odlaska automobila), izlazni signal senzora padne na nivo logičke nule. Na osnovu izlaznog signala optičkih senzora na ulazu i izlazu parkinga vrši se brojanje slobodnih parking mesta. Brojno stanje i prateće poruke ispisuju se na alfa-numeričkom LCD displeju (2x16) tipa.

B. Konfigurisanje PSoC-a

Koncept programabilnog sistema na čipu omogućava izradu kompletnog sistema sa mešovitim signalima sa velikom fleksibilnošću rutiranja signala i rekonfiguracije. Korišćenjem PSoC Creator-a 2.2 konfigurisane su ugrađene komponente PSoC čipa da obavljaju funkcije neophodne za rad sistema. Hardverski deo programira se šematskim pristupom. Na slici 2 prikazana je šema ugrađenih komponenti PSoC čipa korišćenih u realizaciji

M. Marjanović, Katedra za mikroelektroniku, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milos.marjanovic@elfak.ni.ac.rs

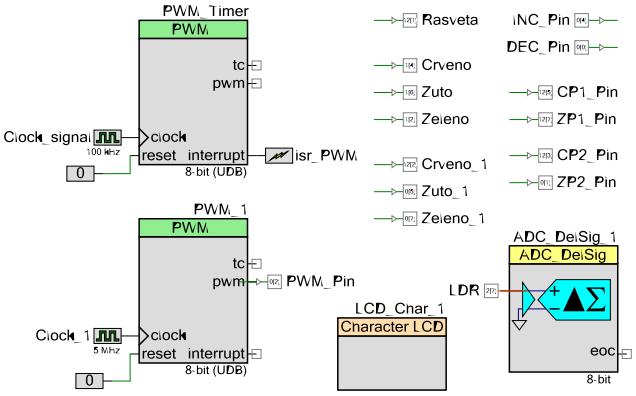
makete. Iskorišćeno je 10 pinova za kontrolu semafora. Svi pinovi [14] definisani su kao digitalni izlazni pinovi, isto kao i pin za kontrolu uličnog osvetljenja. Pin sa razdelnika napona (LDR) je analogni ulazni i povezan je sa ulazom sigma-delta AD konvertora (ADC_DelSig_1) [15]. Ova ugrađena komponenta PSoC-a je konfigurisana da radi 8-bitnu konverziju u kontinualnom režimu, iako je maksimalna rezolucija ADC-a 20 bitova. Treba napomenuti da veća rezolucija rezultuje smanjenjem brzine konverzije.



Slika 1. Električna šema realizovane makete.

Ugrađena komponenta PWM_1 u kombinaciji sa komponentom Clock_1 konfigurisana je tako da generiše povorku pravougaonih impulsa faktora ispune 50%, frekvencije 36 kHz, koji se preko digitalnog izlaznog pina PWM_Pin prosleđuju na IC diode. Signal sa senzora dovodi se na digitalne ulazne pinove INC_Pin i DEC_Pin, čija se stanja softverski čitaju i procesiraju, korišćenjem API (Application Programming Interface) funkcija PSoC Creator-a. Rezultati obrade (brojno stanje na parkingu i poruke) ispisuju se na displeju koji se kontroliše ugrađenom komponentom PSoC-a LCD_Char_1 [16]. Ova komponenta sadrži niz ugrađenih bibliotečkih rutina što omogućava jednostavno korišćenje LCD modula. Pored funkcije koja startuje LCD modul LCD_Char_Start(), korišćene funkcije su LCD_Char_PrintSting(char8 *string), koja prikazuje zadati string na displeju, karakter po karakter i LCD_Char_PrintNumber(uint16 value), koja prikazuje vrednost definisane promenljive.

PWM_Timer komponenta ima ulogu da omogući prekid tokom izvršavanja programskog koda (interrupt) i na taj način omogući kreiranje vremenske baze [17]. Komponenta je podešena da generiše prekidni signal (na izlazu "interrupt" se pojavljuje logička jedinica) svaki put kada brojač odbroji do kraja. Ovaj signal ostaje na nivou logičke jedinice dok se softverski ne pročita statusni registar. U ovom slučaju, parametar komponente "Period" podešen je na 99, prekid će se desiti na svakih 100 taktnih impulsa (broji od 0-99), odnosno na 1 ms, jer je ulazna frekvencija taktnog signala 100 kHz. Na ovaj način formira se tajmer opšte namene, te se rešava problem izvršavanja zadataka u realnom vremenu što je osnova svakog "embedded" dizajna.



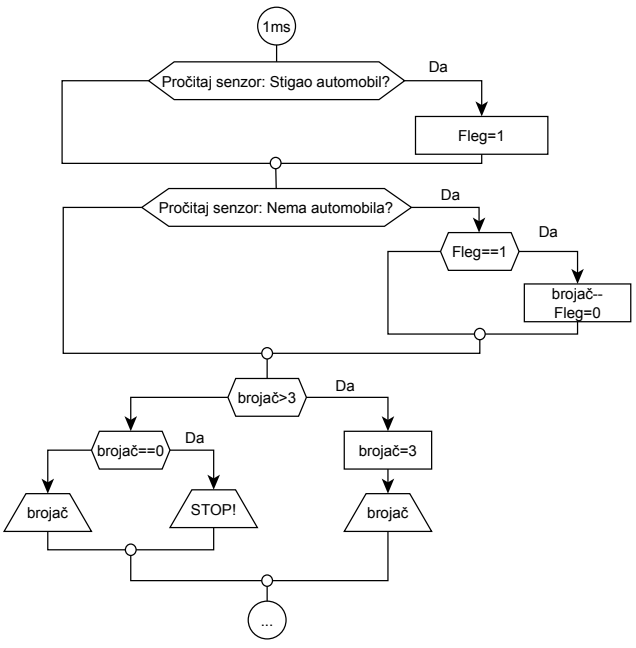
Slika 2. Šematski prikaz korišćenih ugrađenih komponenti u PSoC Creator-u.

C. Softverska realizacija

Za pisanje softvera i programiranje korišćeni su PSoC Creator 2.2 i PSoC Programmer 3.14, respektivno. Program je pisan u programskom jeziku C uz korišćenje API funkcija. Softver čine glavni program i rutina prekida za upravljanje vremenom, tako da ovakva struktura predstavlja vrstu "real-time" operativnog sistema (RTOS) [18]. U glavnom programu definisane su promenljive, startovane pojedine ugrađene komponente PSoC-a i definisane funkcionalnosti realizovanog sistema.

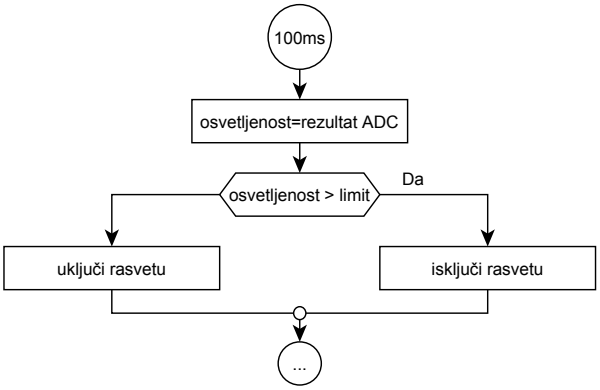
Prilikom nastanka prekida uvećaće se brojač milisekunde. Nakon stotog prekida, brojač milisekunde se resetuje i postavlja se marker koji signalizira da je prošlo 100ms (desetinka). Takođe, uvećava se brojač sekunde, te se ispituje da li je njegova vrednost veća od 9. Ako jeste, nastupilo je 1000 prekida, tada se resetuje brojač sekunde i postavlja marker koji signalizira da je prošla jedna sekunda. Markeri koji se postavljaju u rutini prekida koriste se u glavnom programu prilikom provere određenih događaja.

Svake milisekunde proverava se izlazni signal optičkih senzora na ulazu i izlazu parkinga, korišćenjem API funkcije Pin_Read() i menja stanje brojača slobodnih parking mesta. Ove akcije sprovode se na osnovu stanja markera "Fleg", kao što prikazuje algoritam za senzor na ulazu (Slika 3). Identičan algoritam implementiran je za senzor na izlazu sa parkinga, s tim što se vrši uvećanje vrednosti brojača prilikom izlaska automobila. Broj slobodnih mesta se prikazuje na displeju. Ukoliko su sva parking mesta zauzeta na displeju se ispisuje poruka "STOP!". U realizovanoj maketi su predviđena tri parking mesta, što je moguće promeniti u skladu s realnim stanjem.



Slika 3. Algoritam dela glavnog programa koji se izvršava svake milisekunde za senzor na ulazu parkinga.

Svake desetinke sekunde proverava se osvetljenost i reguliše stanje rasvete. Promenljiva "osvetljenost" čuva rezultat AD konverzije. Rasveta je uključena sve vreme, dok osvetljenost ne pređe granicu definisanu konstantom "limit". Granica je određena kalibracijom na realizovanoj maketi. Slika 4 ilustruje ovaj deo glavnog programa, a deo koda dat je u listingu 1.

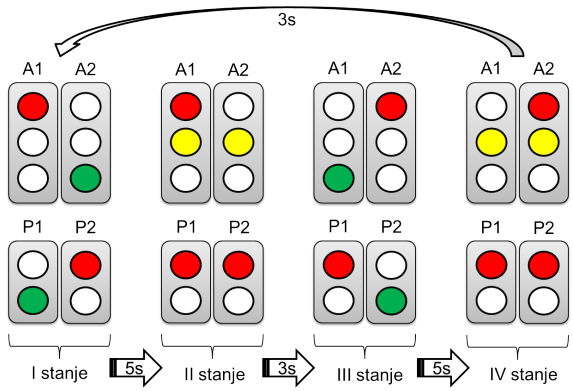


Slika 4. Algoritam dela glavnog programa koji se izvršava svake desetinke sekunde.

Listing koda 1:

```
if(tenthSecond)
{
ADC_DelSig_1_IsEndConversion(ADC_DelSig_1_WAIT_FOR_RESULT);
        osvetljenost=ADC_DelSig_1_GetResult8();
        if (osvetljenost > 400)
        {
                Rasveta_Write(0);
        }
        else
        {
                Rasveta_Write(1);
        }
        }
        tenthSecond = 0U;
}
```

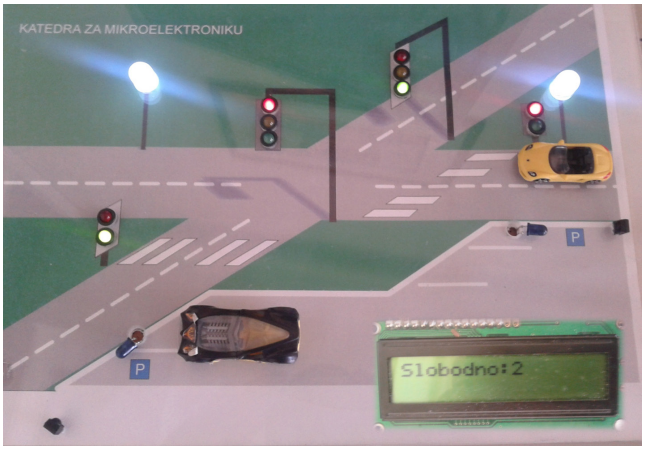
Kada se postavi marker da je protekla jedna sekunda, povećava se stanje brojača sekundi. Na osnovu brojača sekundi definisani su periodi promene stanja na semaforu za vozače automobila i pešake, kao što ilustruje slika 5. Na realizovanoj maketi su definisani periodi od 3 i 5 sekundi pri promeni stanja. Ove periode je moguće menjati u zavisnosti od prometnosti raskrsnice.



Slika 5. Dijagram stanja semafora.

D. Realizacija makete i predlozi za dalji rad

Maketa sistema saobraćajne signalizacije prikazana je na slici 6. PSoC čip se nalazi na razvojnom okruženju CY8CKIT-001 [19], sa koga su iskorišćeni blok napajanja i LCD modul sa displejem. Protoploča sa okruženja iskorišćena je za formiranje razdelnika napona otpornika i fototpornika. Sistem koji je razvijen i testiran na maketi moguće je implementirati u realnim uslovima, pri čemu bi se koristili LED moduli za semafore i rasvetu. Potrošnja realnog sistema bi bila veća, pa je potrebno projektovati posebno kolo za napajanje. Opisani sistem bio bi isplatljiviji u poređenju sa postojećim rešenjima s obzirom da se sve funkcije implementiraju korišćenjem samo jednog programabilnog čipa.



Slika 6. Realizovana maketa raskrsnice i parkinga sa signalizacijom i rasvetom.

III. ZAKLJUČAK

Sistem saobraćajne signalizacije i parkinga opisan u ovom radu realizovan je u obliku makete u cilju razvoja i testiranja. Implementacija ovakvog sistema moguća je u realnim uslovima, pri čemu bi se koristili LED moduli za semafore i rasvetu, uz modifikaciju kola za napajanje. Sve funkcije sistema implentirane su korišćenjem samo jednog programabilnog čipa, što predstavlja prednost u odnosu na slične sisteme.

ZAHVALNICA

Istraživanja su deo projekata TR 32026. Autor se zahvaljuje svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku, a posebno doc. dr Aneti Prijić na stručnim savetima i korisnim sugestijama pri izradi rada.

LITERATURA

[1] D. Danković, V. Sinadinović, D. Milošević, Z. Prijić "Realizacija "inteligentnog" semafora na bazi Nanoboard-a 3000", *Zbornik radova 8. simpozijuma za industrijsku elektroniku (INDEL 2010)*, Banja Luka (Republika Srpska), Novembar 2010, pp. 120-124.

[2] Mihajlo Novaković, Ivica Stanimirović, Jovan Božuta, Miloš Ljubomirović, "Smart semafor", *4th Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2011, pp. 121-124.

[3] Jelena Mladenović, Aleksandar Mitić, "Sistem za upravljanje prostorom za parkiranje", *4th Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2011, pp. 77-79.

[4] Miodrag Spasić, "LABSE - Educational Model", *3rd Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2010, pp. 25-28.

[5] D. Milošević, V. Sinadinović, "Semafor", *3rd Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2010, pp. 71-74.

[6] PSoC: one platform, three architectures, članak, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2009.

[7] Miloš Marjanović, Aleksandar Vulović, "PSoC signal generator", *5th Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2012, pp. 29-33.

[8] Miloš Marjanović, "Generator osnovnih signala zasnovan na programabilnom sistemu na čipu", *6th Student Projects Conference - IEEESTEC*, Niš, 2013, pp. 5-10.

[9] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji, "*Službeni glasnik RS*", broj 26/2010, 2010. [Online] Dostupno na: http://www.kbs.rs/userfiles/files/news/p%20sign%20kbs%202011.pdf

[10] PSoC3: CY8C38 Family, Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.

[11] CQY99, Data Sheet, *Vishay*.

[12] TSOP1736, Data Sheet, *Vishay*. [Online] Dostupno na: http://dalincom.ru/datasheet/TSOP1736.pdf

[13] PWM, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, 2011.

[14] Pins, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, 2011.

[15] Delta Sigma Analog to Digital Converter (ADC_DelSig), PSoC Creator Concept Component Data Sheet, 2011.

[16] Character LCD, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, 2011.

[17] Miloš Marjanović, "Generator signala zasnovan na programabilnom sistemu na čipu", diplomski rad, Elektronski fakultet Niš, 2013, pp. 51-58.

[18] Robert Ashby, My First Five PSoC 3 Designs, 2012. [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/?docID=36722

[19] CY8CKIT-001 PSoC Development Kit Guide, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2012. [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/?docID=35977

Digitalni sat sa alarmom, kalendarom i termometrom

Miloš Đorđević, Milan Savić, Aleksandar Vulović

Sadržaj – U ovom radu je prikazana realizacija digitalnog sata sa alarmom, kalendarom i termometrom, korišćenjem mikrokontrolera PIC16FXXXX familije. Pomoću ovog sata, moguće je podešavanje alarma, kalendara i samog vremena sata. Oglasavanje alarma je izvedeno pomoću buzera, ali je takođe moguće i preko fm prijemnika, čija će realizacija biti data u ovom radu.

I. Uvod

Realizaciju rada čine dve osnovne celine, a to su hardverski i softverski deo, glavni hardverskog dela čine mikrokontroler PIC16F616 [1] i sat realnog vremena PCF8563 [2]. Digitalni sat poseduje i tastere kojima je moguće podešavanje vremena, alarma i datuma. Informacije o temperaturi se dobijaju pomoću termometra LM 35 DZ [3]. Prikaz vremena, datuma i temperature je realizovan preko četiri sedmosegmentna displeja, kontrolisanih pomeračkim registrima. Oglašavanje alarma je realizovano pomoću buzera, ali je moguće i pomoću FM prijemnika. Da bi mogao biti izveden i zvuk preko zvučnika, neophodno je bilo i realizovati pojačalo.

II. Princip rada

Digitalni sat kao što je navedeno u uvodu sastoji se iz hardverskog i softverskog dela. Najpre će biti opisan hardver i softver samog sata, a nakon toga i hardver fm prijemnika i pojačala za povezivanje zvučnika na fm prijemnik.

A. Hardware digitalnog sata

Kako je već navedeno, PIC16F616 je centralni deo sata. S kontrolerom su vezani i sat realnog vremena, gde se međusobna komunikacija odvija preko I2C magistrale, termometar koji je vezan preko operacionog pojačavača LM2902N [4]. Sa druge strane tu su pomerački registri 74HC595D [5], koji su vezani sa sedmosegmentnim displejima.

Takođe tu su i tasteri zaduženi za podešavanje vremena (sati i minuti), za podešavanje alarma, tj. da bi se ušlo u mod podešavanje alarma, najpre je neophodno pritisnuti taster za alarm, a nakon toga pomoću tastera za sate i minute postaviti vreme alarma, i na kraju tasteri za podešavanje datuma (dan i mesec).



Slika 1. Digitalni sat

Kako je mikrokontroler 14-o pinski, neophodno je bilo MCLR pin (RA3) softverski isključiti, kako bi se mogao i on koristiti, zbog nedostatka pinova. A sam mikrokontroler je uzet iz razloga jer su njegove specifikace odgovarale potrebama rada.

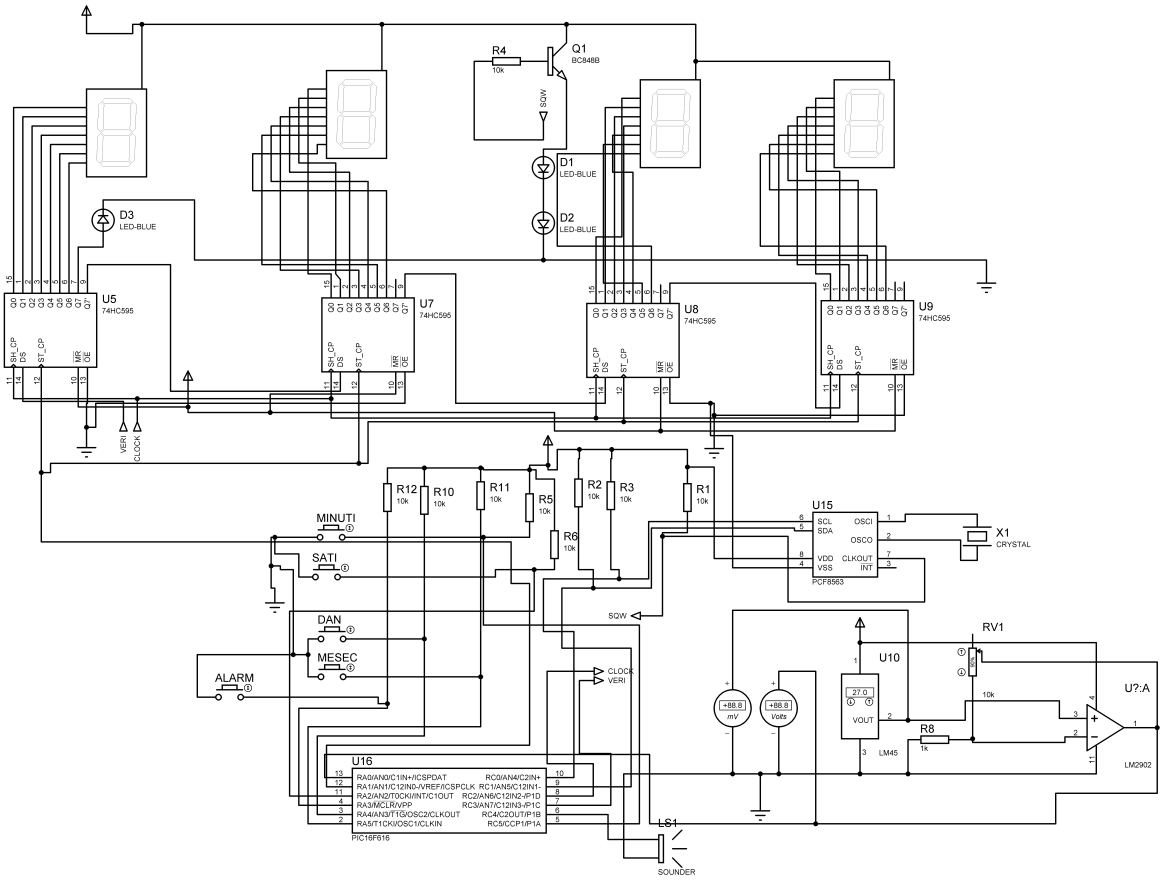
Kvarcni kristal korišćen za rad sata realnog vremena ima frekvenciju 32,768 kHz. Sat realnog vremena sadrzi opciju kalendara, ali za razliku od drugih satova realnog vremena, nema pin određen za bateriju, kako bi se izbeglo gubljenje podataka o vremenu nakon isključivanja sata. Iz tog razloga podešavanje vremena je omogućeno pomoću tastera predviđenih za to. Kako ovaj sat realnog vremena ima mogućnost i prikazivanja sekundi, za njihovo prikazivanje iskorišćene su dve LED diode, koje se nalaze između displeja za sate i minute.

Termometar koji je korišćen je linearnog karaktera, koji „meri“ temperaturu od 0 do 150°C. Kako bi tačnost podataka koji se dobijaju sa ovog termometra bila preciznija, neophodno je bilo koristiti operacioni pojačavač i potenciometar.

Za informaciju o aktivnosti alarma, tj. da li je mod alarma uključen ili ne, služi LED dioda, koja se aktivira prilikom ulaska u mod za podešavanje alarma, a nakon izlaska iz tog moda, ona postaje neaktivna i ne svetli.

Električna šema digitalnog sata je data na slici 2.

M. Đorđević, M. Savić i A. Vulović, su studenti doktorskih studija na modulu Nanotehnologije i mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.
E-mail: djordjevicpoljak@gmail.com, mafia_jovac@hotmail.com i aca_vulovic@hotmail.com



Slika 2. Električna šema digitalnog sata

Kao što se vidi sa električne šeme, pomerački registri su serijski vezani, tako da se podaci prenose jedan za drugim, tj. adresirani su tako da se iz kontrolera podaci vode preko zajedničke linije za podatke, gde se posle podaci vode kroz svaki od registara, dok ne dodju sedmosegmentnih displeja. Korišćeni displeji su sa zajedničkom anodom, visina broja koji se prikazuje je 20mm.

B. Software

Na početku koda je neophodno bilo definisati promenljive, deklarisati pinove za komunikaciju sa satom realnog vremena i definisati pinove za tastere. Nakon toga su zadate vrednosti promenljivih koje se upisuju u sat realnog vremena (sve vrednosti su 00, tako da se prilikom uključenja sata, vreme i datum podešavaju).

U glavnom delu programa (main) najpre su definisani tasteri, tj. šta se dešava pritiskom na određeni taster.

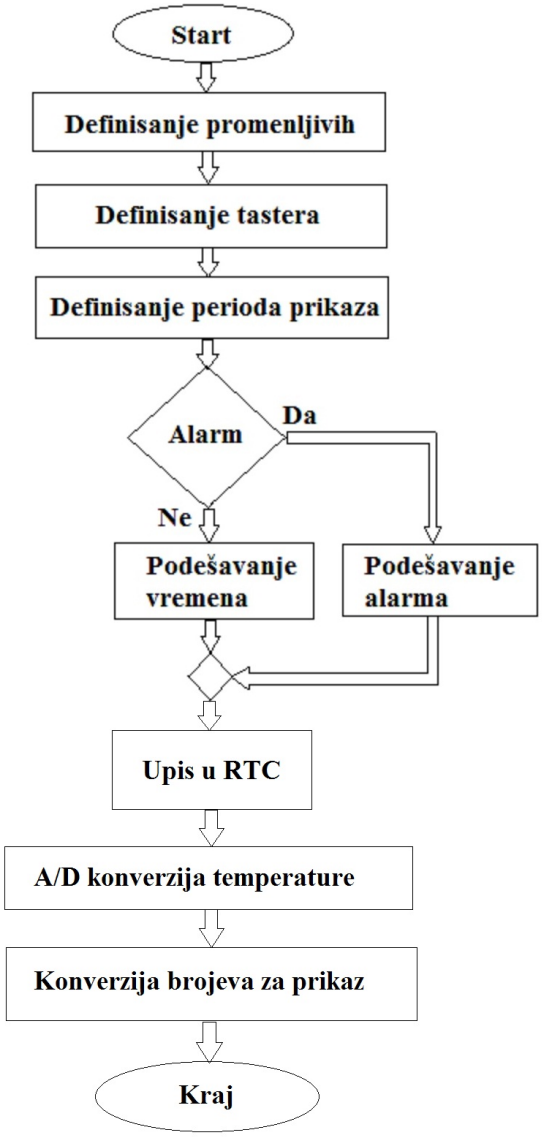
Dalje se vrši određivanje intervala nakon kog vremena će se menjati šta se prikazuje na displeju (vreme, temperatura, datum). Potrebno je izvršiti konvertovanje brojeva, tj. na koji način će se prikazivati na displejima, da li s leva na desno ili s desna na levo (**SHOut** dta, clk, **msbfirst**, [ispis]).

Definiše se rad tastera, tj. inkrementacija vrednosti promenljive koja se menja pritiskom na određeni taster, promenljiva za minute, za sate, dane i za mesece, gde je u okviru toga neophodno brojeve koji se upisuju u promenljive rastaviti ih kao BCD broj na jedinice i desetice. Nakon svako novog unosa broja, sledi upis istog u sat realnog vremena.

Zatim sledi rad sa satom realnog vremena, uzima se vreme koje je zadato promenljivama, sledi upis u RTC (sat realanog vremena), pri čemu se vrši konverzija brojeva iz binarnog u BCD kod, nakon toga se uzima vreme iz RTC-a, koje se mora konvertovati iz binarnog koda u BCD kod.

Na kraju sledi A/D konverzija temperature koja je dobijena sa termometra. Takođe tu sledi konverzija i rastavljanje brojeva na jedinice i desetice i njihovo ponovno konvertovanje iz binarnog u BCD kod.

Na slici 3. je dat algoritam koda.



Slika 3. Algoritam koda

C. Hardware FM prijemnika

Ideja da oglašavanje alarma bude što interesantnije, rešena je realizacijom mini FM prijemnika. Osnovni element i srce prijamnika je integrisano kolo TDA7000 [6]. Ono u sebi sjedinjuje sve funkcionalne celine jednog FM radioprijamnika:
-ulazno visokofrekventno pojačalo
-mikser
-lokalni oscilator
-menufrekventno pojačalo s limiterom
-fazni detektor
-sklop za potiskivanje šumova (mute)
-sklop za držanje stanice (AFC)

Uz široki raspon napona napajanja (2,7 - 10 V) i malu potrošnju (8 mA), odlikuju ga i dobra osetljivost od oko 1,5 uV i vrlo jednostavno usklađivanje. Nedostatak su mu što ne omogućuje prijem stereosignala (reprodukuje ih u monotehnici) te što nema ugrađeno izlazno niskofrekventno pojačalo: na izlaz je moguće spojiti visokoomske slušalice (otpor 50 kΩ), ali ne i zvučnik. Iz tog razloga je realizovano i pojačalo kako bi se na izlazu FM prijemnika mogao priključiti zvučnik 8 W 4 Ω.

Napon napajanja stabilisan je na oko 5,6 V zener-diodom D2. Stabilan napon napajanja potreban je najviše zbog biranja pomoću varikap - diode D1. Kada je inverzno polarisana (tako da kroz nju ne teče struja), kapacitet takve diode zavisi od napona na njoj. Kapacitet diode D1 i kalema L2 određuju frekvenciju na kojoj oscilira oscilator ugrađen u integrisano kolo a time i stanicu koju prijamnik prima.

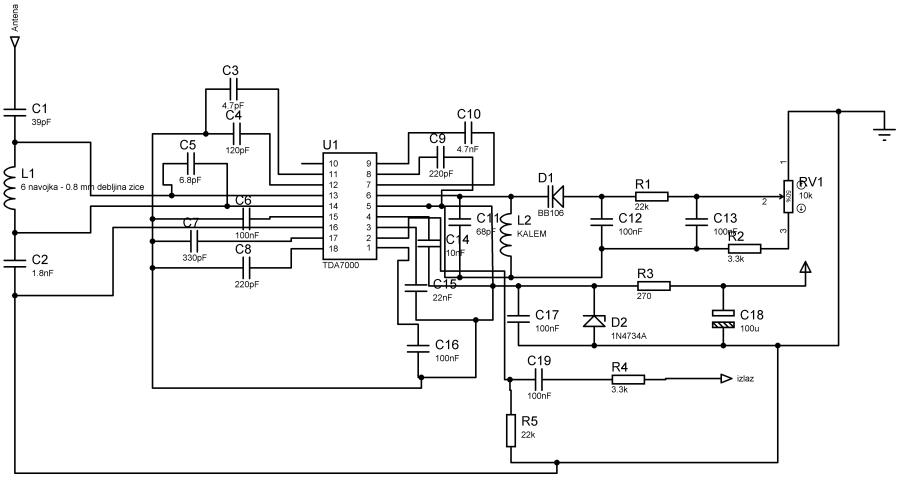
Napon za diodi D1 usklađuje se potenciometrom P1 i time se biraju stanice. Visokofrekventni signal sa antene dolazi na kalem L1 i kondenzator C5.

Kondenzatori spojeni na pinove 7-12 pripadaju selektivnom menufrekventnom pojačalu, koje pojačava samo signale odabrane stanice. Nakon detekcije niskofrekventni signal se pojavljuje na pinu 2.

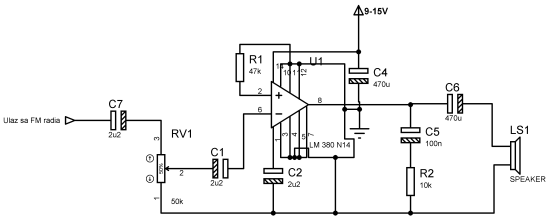
Kalemovi L1 i L2 izrađeni su od posrebrene bakrene žice debljine oko 0,8 mm. Treba namotati četiri zavoja na tubu (ili na drugi okrugli predmet) debljine 5 milimetara. Zatim zavojnicu (kalem) skinemo i pažljivo rastegnemo na dužinu od 8 mm, tako da izvodi tačno stanu u tačke predviđene na pločici. Namotaji se ne smeju dodirivati.

Kada je sve izlemljeno, spojimo antenu (teleskopska antena ili komad žice dugačke oko 80 cm) i visokoomske slušalice ili prikladno pojačalo. Spojimo 9 V bateriju ili stabilisani ispravljač istog napona. Oakretanjem potenciometra P1 primaju se različite stanice; rastezanjem ili stezanjem zavojnice omogućujete L2 da se obuhvati čitav FM opseg (88-108 MHz). Zavojnicu L1 nije potrebno prilagođavati.

Električna šema FM prijemnika i pojačala date su na slikama 4 i 5, respektivno.



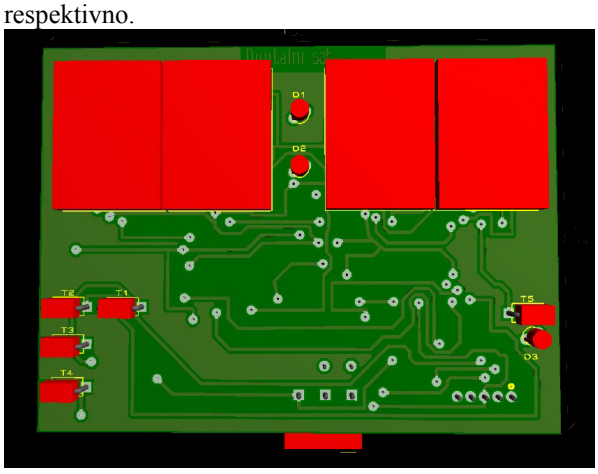
Slika 4. Električna šema FM prijemnika



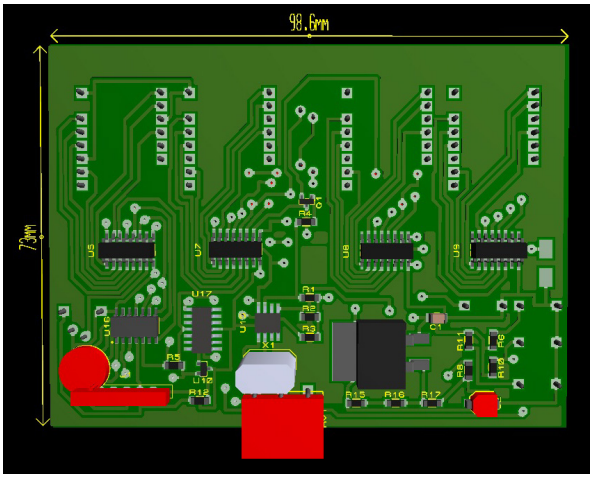
Slika 5. Električna šema pojačala

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

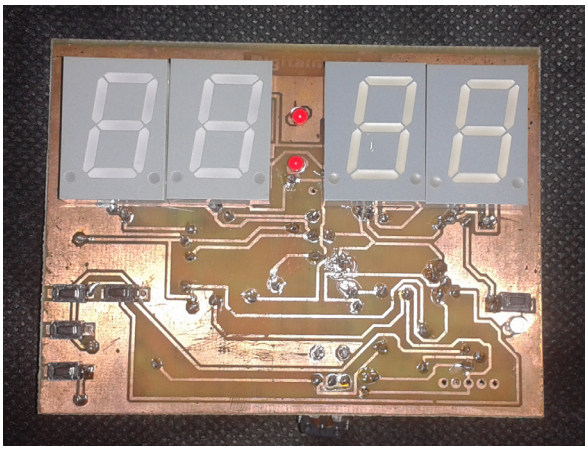
Kompletno realizovan digitalni sat, 3D model PCB-a i realizovana štampana ploča dati su na slikama 6, 7,8 i 9, respektivno. 3D modeli FM prijemnika i pojačala dati su na slikama 10 i 11, respektivno.



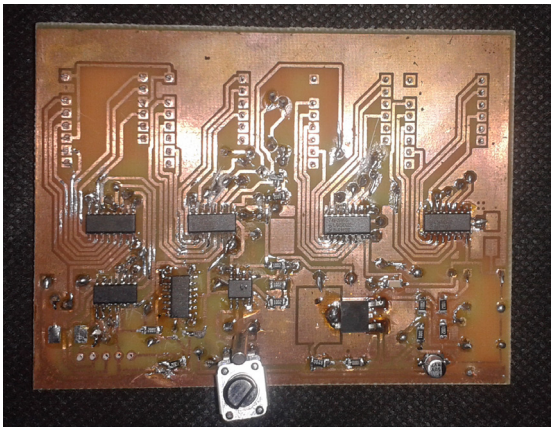
Slika 6. 3D model PCB-a sata (gornji deo ploče)



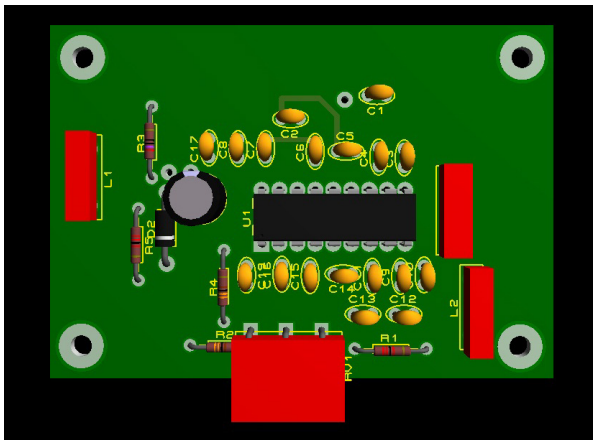
Slika 7. 3D model PCB-a sata (donji deo ploče)



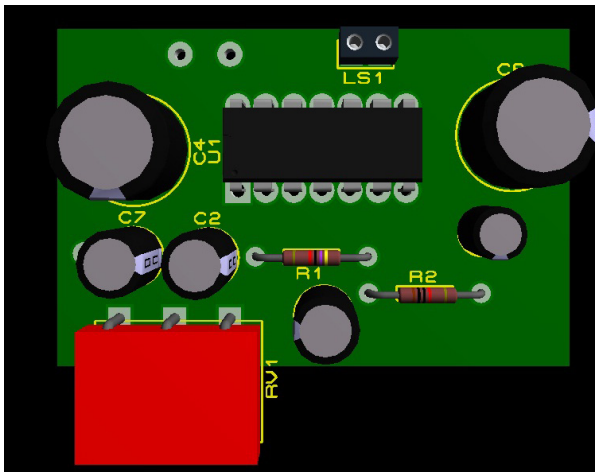
Slika 8. Praktično realizovan sat (gornja strana štampane ploče)



Slika 9. Praktično realizovan sat (donja strana štampane ploče)



Slika 10. 3D model PCB-a FM prijemnika



Slika 11. 3D model PCB-a pojačala

IV. Zaključak

Kako se iz rada može videti, spoj nekoliko interesantnih delova elektronike, kao što su mikrokontroleri i FM prijemnici, zaokruženo realizacijom PCB-a i programiranjem mikrokontrolera, može dati dosta zanimljive rezultate. Jedan od takvih rezultata je i realizovani digitalni sat.

V. Zahvalinica

Autori se zahvaljuju finansiskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Ovaj rad je deo projekta TR-33035.

Literatura

[1] PIC16F616, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41288F.pdf
[2] PCF8563, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/PCF8563.pdf
[3] LM35 DZ, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf
[4] LM2902N, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000533.pdf
[5] 74HC595D, [On Line]. Dostupno na: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT595.pdf
[6] TDA7000, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://jcoppens.com/sat/rx/data/tda7000.pdf

Laboratorijska maketa za podešavanje PID regulatora na primeru pozicioniranja loptice u vertikalnom vazdušnom tunelu

Dragiša Popović

Sadržaj - U ovom radu je opisana praktična realizacija laboratorijske makete za podešavanje PID regulatora na primeru pozicioniranja loptice u vertikalnom vazdušnom tunelu. Namena makete je demonstracija principa rada PID regulatora i korišćenja kompjuterske vizije za određivanje pozicije predmeta u prostoru. Maketa se sastoji od vazdušnog tunela, kamere i računara na kome je instaliran softver za upravljanje celim sistemom. U toku rada, moguće je menjati parametre regulatora i pratiti uticaj tih promena na ponašanje sistema.

I. UVOD

Osnovni zadatak ove makete je da studentima što jednostavnije predstavi proporcionalno-integraciono-diferencijalni regulator (u daljem tekstu PID regulator) i pokaže kako podešavanje njegovih parametara utiče na ponašanje sistema automatskog upravljanja.

PID regulator ima tri podesiva parametra: pojačanje K_p, integralnu konstantu K_i i diferencijalnu konstantu K_d. Podešavanjem ovih parametara se dobija odgovarajuća stabilnost, brzina reagovanja, tačnost rada i vreme trajanja prelaznog procesa (1). Upravljanje PID regulatora je opisano formulom 1:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

Gde je:
$u(t)$ – upravljački signal na izlazu regulatora
K_p – proporcionalno dejstvo regulatora
K_i – integralno dejstvo regulatora
K_d – diferencijalno dejstvo regulatora
e – signal greške
t – trenutno vreme
τ – vreme inegraljenja, od početka do trenutka t

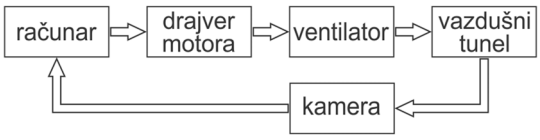
Formula 1 jednačina koja opisuje rad PID regulatora

Proporcionalno dejstvo regulatora je proporcionalno vrednosti greške u trenutku *t*. Integralno dejstvo je proporcionalno integralu signala greške do trenutka *t*. Diferencijalno dejstvo je proporcionalno izvodu greške u trenutku *t*. (2)

Povećavanjem konstante K_p se povećava brzina reagovanja regulatora, ali se smanjuje stabilnost sistema. Integralno dejstvo eliminiše grešku u stacionarnom stanju, usporava reakciju sistema na poremećaje i izaziva kašnjenje. Diferencijalni deo regulatora poboljšava reagovanje sistema na nagle promene zadate vrednosti.

Maketa se sastoji od vazdušnog tunela sa pratećom elektronikom, dela za komunikaciju sa računarom, kamere i softvera za upravljanje. Moguće je koristiti većinu USB web kamera, a maketa je testirana sa Logitech Webcam 600. Softver podešava veličinu snimka na 640×480, tako da kamere koje imaju veću rezoluciju ne bi usporavale rad programa.

Analizom snimka sa kamere, određuje se razlika visine loptice u vazdušnom tunelu i pokazivača koji se nalazi pored cevi. Na osnovu razlike u visini, PID regulator računa vrednost signala za upravljanje motorom ventilatora koji podiže lopticu na zadatu visinu. Blok šema uređaja je prikazana na slici 1.



Slika 1 Blok šema makete

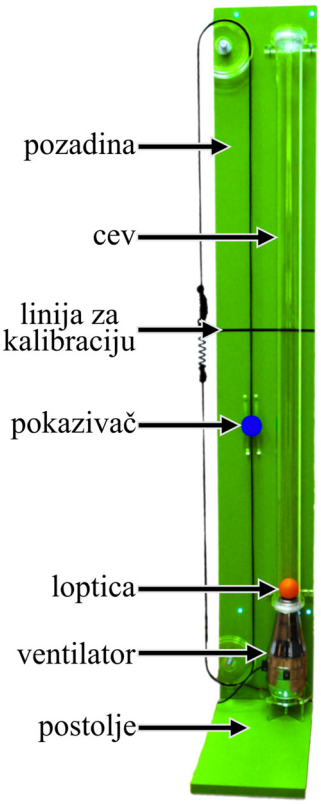
II. HARDVER

Hardverski deo sistema se sastoji od kamere, računara, drajvera motora, motora sa ventilatorom, vazdušnog tunela sa postoljem i diodama za kalibraciju. Izgled makete je prikazan na slici 2.

Vazdušni tunel se sastoji od providne cevi unutrašnjeg prečnika 43mm, visoke 110cm i ventilatora koji se nalazi na njenom dnu. Ventilator i njegovo kućište su skinuti sa fena za kosu. Cev i ventilator stoje na zelenom postolju koje olakšava izdvajanje boja loptice i pokazivača za vreme obrade slike. Upotrebljena je loptica za stoni tenis. Pošto je loptica šuplja iznutra, u nju može da se sipa so ili pesak tako da se dobiju loptice različitih masa, da bi se pokazao uticaj mase loptice na ponašanje sistema. Pokazivač je sastavljen od plavog kruga, kanapa i kotura koji mu omogućavaju kretanje duž cevi vazdušnog tunela. Crna linija na pozadini i kanap se koriste kao pomoć za pravilno postavljanje kamere.

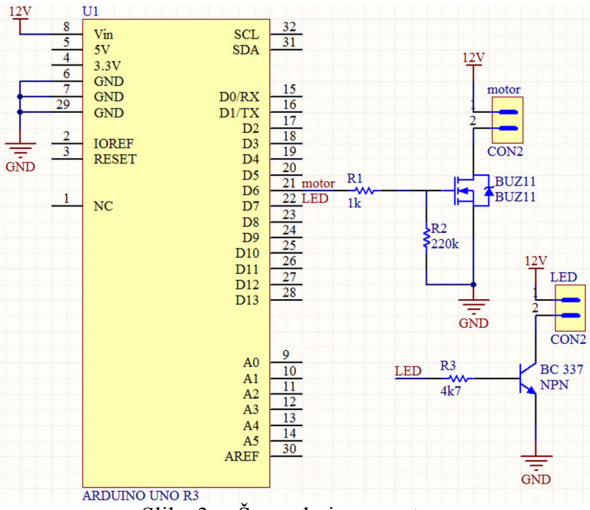
Dragiša Popović, student Elektronskog fakulteta u Nišu, smer za računarsko upravljanje sistemima i nadzor. E-mail: gile.sherif@gmail.com

Drajver motora (slike 3 i 4) je realizovan korišćenjem MOSFET-a BUZ11 (3) i Arduino Uno (4) ploče koja je upotrebljena za komunikaciju sa računarom. Drajver i napajanje se nalaze za zadnje strane makete. Brzina motora se zadaje PWM (pulse-width modulation) signalom koji na motor dovodi od 0 do 12V sa korakom od 0,047V.



Slika 2 Izgled makete

Na šemi i slici se vidi izlaz za povezivanje četri LED diode koje će biti korišćene za automatsko sečenje ROI pravougaonika i podešavanje kamere, ali one još uvek nisu u funkciji, pa neće biti opisane u ovom radu.



Slika 3 Šema drajvera motora



Slika 4 Izgled gotovog drajvera motora

Maketa je napravljena u laboratoriji za robotiku na Elektronskom fakultetu u Nišu.

III. SOFTVER

Za obradu slika sa kamere je korišćena OpenCV (5) biblioteka. Program za obradu je podeljen na tri celine, deo za kalibraciju kamere, deo za određivanje pozicije loptice i pokazivača i deo za upravljanje motorom.

Da bi se ubrzala obrada slike i da bi se eliminisao uticaj svetla i objekata koji se nalaze iza makete, potrebno je izbaciti sa slike sve osim vazdušnog tunela i njegove pozadine. To je urađeno korišćenjem funkcije `rect` koja seče `ROI (region of interest)`. Dimenzije pravougaonika koji se seče se određuju kliktanjem na gornji levi i donji desni ugao pozadine kada program zatraži da se to uradi.

U `main` funkciji se jedna za drugom pozivaju funkcije za određivanje trenutne i zadate visine loptice. Dobijeni rezultati se prosleđuju PID regulatoru koji izračunava vrednost signala za upravljanje motorom. Upravljački signal se šalje mikrokontroleru koji generiše odgovarajući PWM signal i pokreće motor.

Algoritmi za određivanje trenutne i zadate visine loptice se razlikuju samo u tome da li se filtrira narandžasta (za trenutnu visinu) ili plava boja (za zadatu visinu).

Određivanje visine počinje snimanjem jednog frejma i sečenjem ROI pravougaonika. Posle toga, slika se prebacuje iz RGB sistema boje u HSV, da bi mogla da se primeni funkcija `inRange` koja filtrira sve osim zadatog HSV opsega boja. Glavna prednost HSV (hue-saturation-value) sistema boja u odnosu na RGB je to što se nijanse jedne boje razlikuju samo u vrednosti promenljive H. U ovom slučaju, to znači da za izdvajanje narandžaste boje loptice treba filtrirati opseg vrednosti H od 0 do 40, a za plavu od 230 do 260. Tako dobijena slika obično ima neke

nepravilnosti koje treba izbaciti, pa se za njihovo eliminisanje koristi kombinacija `erode`, `dilate`, `GaussianBlur` i `medianBlur` funkcija.

`Erode` i `dilate` su funkcije koje imaju suprotno dejstvo, `erode` povećava crne površine na slici, a `dilate` povećava bele. Kada se pozove funkcija `erode`, crne površine se šire i prekrivaju sve nepravilnosti. Osim što otklanja nepravilnosti, ova funkcija smanjuje veličinu belog kruga koji predstavlja lopticu. Pozivanje funkcije `dilate` povećava površinu loptice, ali je ona posle obrade nepravilnog oblika i oštrih ivica. Da bi loptica ponovo postala okrugla, primenjuju se `GaussianBlur` i `medianBlur` koji zaobljuju i zamućuju ivice. Posle ovih obrada, dobija se crno-bela slika, kao na slici 5.



Slika 5 Izgled pokazivača pre i posle obrade slike

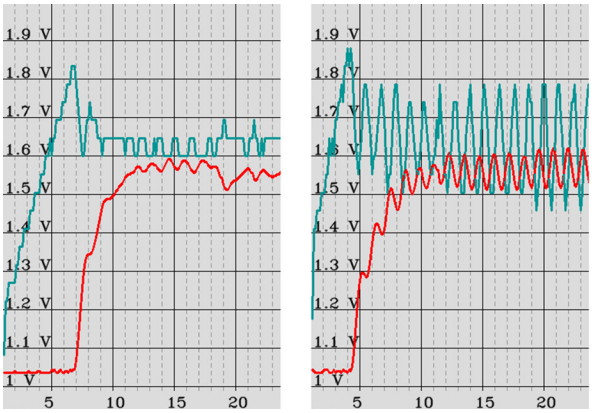
Na ovu sliku se primenjuje funkcija `HoughCircles` koja prepoznaje oblik kruga i nalazi njegove koordinate i dimenzije. Podaci o poziciji i veličini kruga se kasnije koriste kod obeležavanja izmerene visine u prozoru koji prikazuje šta kamera vidi. Visina krugova se prosleđuje PID regulatoru koji na osnovu razlike između trenutne i zadate visine izračunava koji napon treba dovesti na ventilator.

Visine loptice i pokazivača se prikazuju na grafiku u posebnom prozoru sa slike 6. Visine loptice i pokazivača su izražene u pikselima, a nulta tačka je početak ROI pravouganika. U nekoj od narednih verzija softvera, biće napravljena funkcija koja računa visinu u centimetrima.



Slika 6 Izgled prozora u kome se vidi odziv sistema

Ako je potrebno, moguće je prikazati vrednosti bilo koje promenljive ili njihov međusobni odnos. Na slici 7 je prikazana zavisnost visine loptice od napona na motoru. Napon je obeležen zelenom bojom, a visina koju dostiže loptica crvenom.



Slika 7 Zavisnost visine loptice od napona na motoru za parametre regulatora:
Levo: K_p=0,09; T_i=1,3; T_d=0,01
Desno: K_p=0,13; T_i=1,3; T_d=0,01

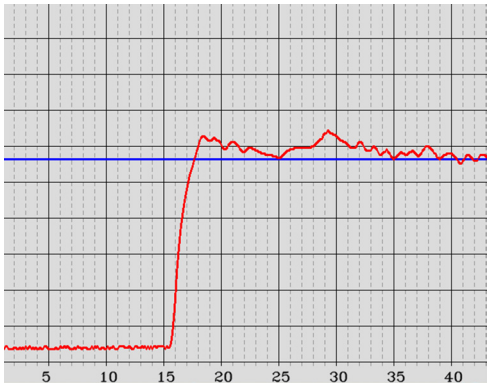
Za realizaciju PID regulatora je upotrebljena biblioteka koju je napisao Brett Beauregard (6) . Regulator je podešen primenom Zigler-Nikolsovog metoda.

IV. Uputstvo za korišćenje

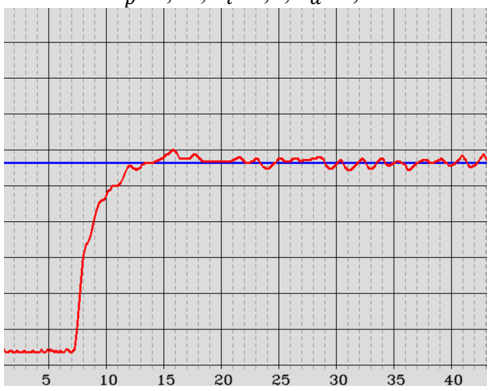
Maketu treba povezati na USB port računara i instalirati drajvere za virtuelni COM port. Prilikom pokretanja programa se otvara jedan prozor na kome su nacrtane dve plave linije. Kamera se postavlja približno paralelno sa vazdušnim tunelom tako što se ručno pomera sve dok se plave linije na ekranu ne poklope sa crnom linijom koja je nacrtana na postolju tunela i kanapom koji drži pokazivač.

Pošto boja i jačina osvetljenja u prostoriji utiču na deo sistema za određivanje pozicije, treba podesiti kameru prilikom svakog pokretanja programa. Klizače Gain, Saturation, Brightness i Contrast treba postaviti na vrednosti sa kojima se u prozorima „plava“ i „narandzasta“ vide samo beli krugovi na mestima pokazivača i loptice. To što se u tim prozorima vide i bele površine na mestu predmeta koji su iza makete ne predstavlja problem, pošto se u narednom koraku definiše ROI pravougaonik koji seče nepotrebnu pozadinu sa slike. ROI pravougaonik se definiše kliktanjem na gornji levi i donju desni ugao korisnog dela slike.

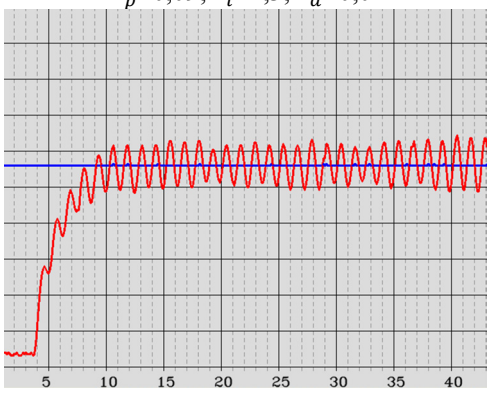
Kada se završi sa podešavanjima slike i kamere, pojaviće se prozori za podešavanje PID regulatora (slika 9), grafik odziva sistema (slika 6) i prozor u kome se vidi snimak sa kamere.



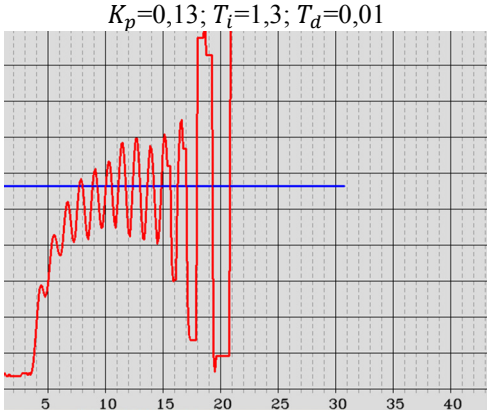
K_p=0,05; T_i=1,3; T_d=0,01



K_p=0,09; T_i=1,3; T_d=0,01



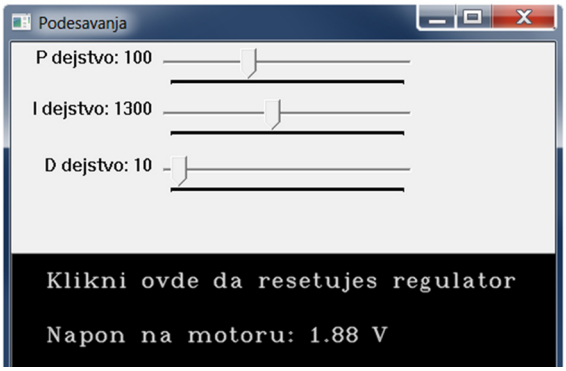
K_p=0,13; T_i=1,3; T_d=0,01



K_p=0,16; T_i=1,3; T_d=0,01

Slika 8 Odziv sistema za različite vrednosti proporcionalnog dejstva regulatora

Prilikom pokretanja programa, parametri PID regulatora su podešeni na vrednosti sa kojima je sistem stabilan. Parametri PID regulatora se podešavaju korišćenjem tri trackbar-a i mogu da se menjaju u toku rada programa. Regulator može da se vrati na osnovna podešavanja klikom na polje za resetovanje u prozoru za podešavanje regulatora prikazanom na slici 9. Željena visina loptice se zadaje pomeranjem plavog pokazivača na maketi. Vrednosti promenljivih pored klizača treba podeliti sa 1000 da bi se dobila vrednost parametara regulatora.



Slika 9 Izgled prozora za podešavanje PID regulatora

Da bi se promenila dinamika sistema, moguće je ubaciti dodatne loptice u cev. Te loptice ne smeju da budu plave ili narandžaste boje, jer bi u tom slučaju algoritam za merenje visine davao netačne rezultate. Ponašanje sistema zavisi od toga koliko dodatnih loptice ima, da li su lakše ili teže od narandžaste loptice i da li su postavljene ispod ili iznad nje. U slučaju da program detektuje više od jednog plavog ili narandžastog kruga, prijaviće grešku.

V. Zaključak

Ova laboratorijska maketa prikazuje sistem automatskog upravljanja sa PID regulatorom na jasan i razumljiv način. Na slici 8 je prikazana razlika u ponašanju sistema koja se vidi kada se menja proporcionalno dejstvo regulatora. Studentima je omogućeno da prate uticaj promene parametara regulatora na ponašanje sistema i tako praktično provere teorijska znanja. Najveće ograničenje ove makete je to što zbog snimanja pozicija loptice i pokazivača ne može da radi pod lošim osvetljenjem.

Literatura

1. Petrovački, Dušan. Sistemi automatskog upravljanja.
2. Araki, Mituhiko. PID Control
3. Fairchild semiconductor. [Na mreži] https://www.fairchildsemi.com/products/discretes/fets/mosfets/BUZ11.html
4. Arduino. [Na mreži] http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno
5. OpenCV. [Na mreži] www.opencv.org
6. Beauregard, Brett. [Na mreži] http://playground.arduino.cc/Code/PIDLibrary

Sportski semafor - Scoreboard

Miloš Đorđević, Milan Savić, Aleksandar Vulović

Sadržaj – U ovom radu je prikazan primer sportskog semafora. Moguć je prikaz vremena poluvremena/četvrtine, rezultat, faulovi (kod sportova kod kojih su faulovi od značaja za igru), broj *timeout*-a, kao i vreme predviđeno za napad (u slučaju košarkaške utakmice).

I. Uvod

Sportski semafor ili „Scoreboard“ sluzi za prikazivanje rezultata na fudbalskim, košarkaškim, rukometnim i drugim utakmicama koje zahtevaju prikaz rezultata i prikaz preostalog vremena za igru. Segmenti koji prikazuju rezultate i vreme igre, realizovani su pomoću 7 segmentnih displeja, a kompletni semafor opslužuje mikrokontroler PIC16F877A [1]. Pomoću tastera moguće su promene rezultata, perioda igre, broj faulova i broj timeout-a, kao i izbor sporta, kojim se bira mod rada samog semafora.

II. Princip rada

Sportski semafor (primer jednog semafora, dat je na slici 1.) se kao projekat može podeliti na dva dela, softver (software) i hardver (hardware).

a) Software

Sam rad semafora zasnovan je na interaptu koji služi za opsluživanje sata, kojim se pokazuje preostalo vreme za igru. Pre samog računanja vremena, tj. ulaska u deo koda za računanje, pritiskom na taster za izbor sporta (fudbal, rukomet ili košarka), bira se mod rada semafora, odnosno da li će se na semaforu prikazivati i vreme predvidjeno za napad (u slučaju izbora košarke). Nakon izbora sporta, pritiskom na taster za pokretanje tajmera, startuje se semafor.

U glavnom delu koda vrši se provera da li je neki od tastera pritisnut, kako bi se svakom promenom stanja istih menjale vrednosti na displejima. Kada je startovan tajmer, tj. kada se aktivira interapt, počinje se sa računanjem vremena za igru. Nakon isteka vremena za igru u određenom poluvremenu/četvrtini, tajmer se zaustavlja, i aktivira se *sounder* (dalje „sirena“) u trajanju od 2 sekunde, koji u simulaciji menja sirenu na utakmicama.

Takođe, u slučaju da je izabran mod rada semafora predviđen za košarku, dok traje računanje vremena četvrtine, računaće se i vreme za napad (24 sekunde). Po isteku vremena predviđenog za napad, takođe će se tajmer zaustaviti i oglasiti sirena. U slučaju da je ekipa koja je imala loptu, istu izgubila, tj. bio pokrenut novi napad protivničke ekipe, pritiskom na taster predviđen za vreme napada, isto se setuje na 24 sekunde i nastavlja dalje računanje.



Slika 1. Primer sportskog semafora

Nakon isteka vremena poluvremena/četvrtine, pritiskom na taster za sledeće poluvreme/četvrtinu, na semaforu će se povećati broj koji pokazuje period igre, a samim tim će se vreme narednog perioda setovati na početno (10 minuta), a vreme za napad takođe na početno i aktivirati tajmer.

U slučaju da se desi faul ili neki drugi prekid, pritiskom na taster predviđen za pauzu, tajmer će se zaustaviti (staje i računanje vremena perioda, kao i vreme za napad (ako je izabrana košarka)). Takođe se oglašava sirena. Sledećim pritiskom na isti taster, aktivira se sirena i nakon nje tajmer se ponovo aktivira i nastavlja sa računanjem vremena. Sekvenca koda predviđenog za pauzu je data:

```
If PORTB.1=0 Then       ' Kada se pritisne taster za pauzu,
TMR1ON=0
be=0
If be=0 Then            ' Aktivira se sirena za tajm aut i
High PORTC.0
DelayMS 2000
Low PORTC.0
EndIf
Inc x
DelayMS 500
If x>1 Then
x=0
TMR1ON=1
EndIf
EndIf
```

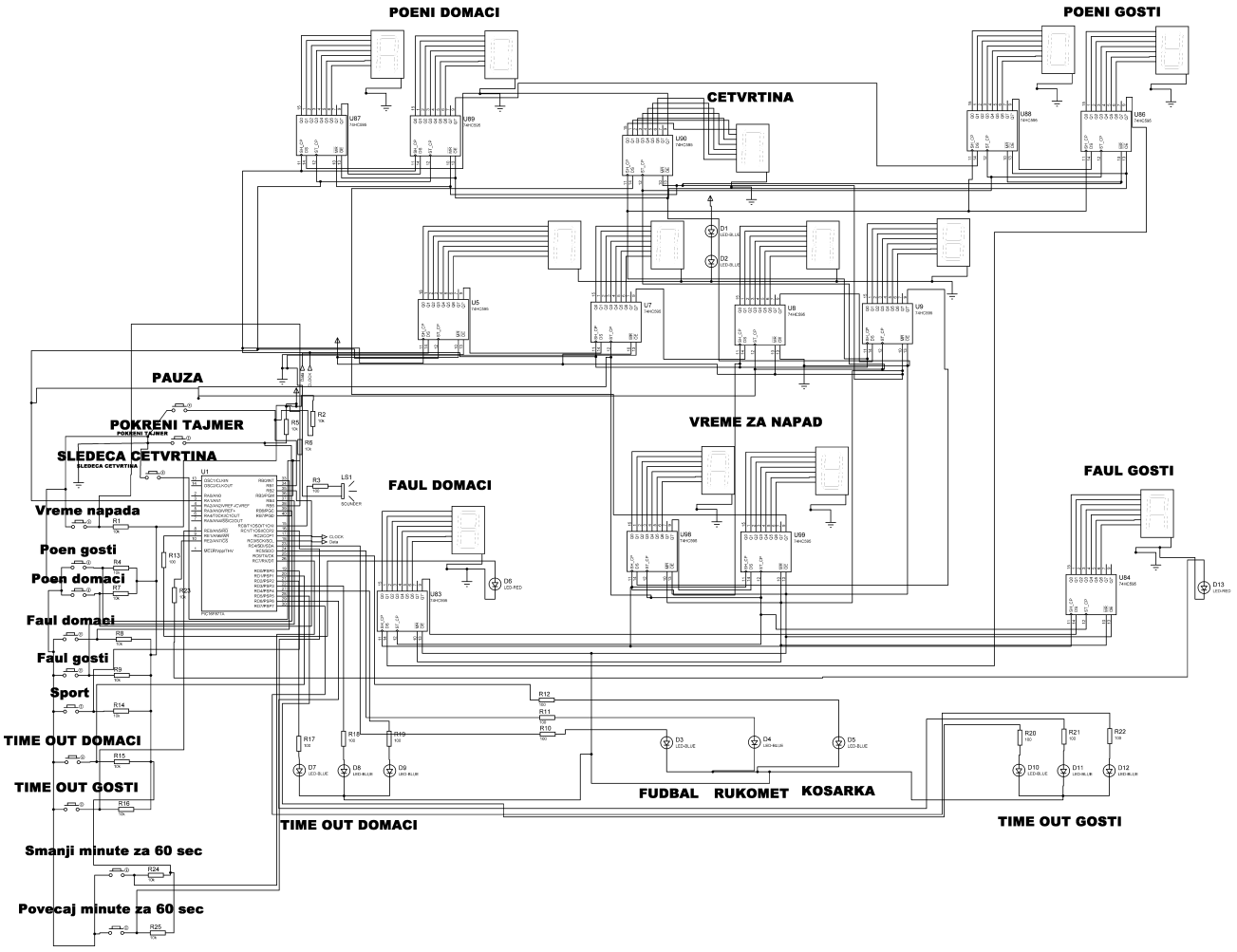
Tu su i tasteri zaduženi za poene, faulove i *timeout*. Što se tiče rada tastera za poene i faulove, princip rada je sličan, radi se o inkrementiranju – uvećavanju vrednosti promenljive zadužene za poene (faulove), s tom razlikom, što kod faulova je predviđeno da kada, npr. na košarkaškoj utakmici u jednoj četvrtini jedna ekipa napravi 5 faulova (izlazak iz bonusa slobodna bacanja (pravila košarke)),

M. Đorđević, M. Savić i A. Vulović su studenti doktorskih studija na modulu Nanotehnologije i mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.
E-mail: djordjevicpoljak@gmail.com, mafija_jovac@hotmail.com i aca_vulovic@hotmail.com

promenljiva za faulove će se prilikom sledećeg faula setovati na početnu vrednost U slučaju da je izabran fudbal, nakon 6 faula (pravila malog fudbala), sledećim pritiskom na taster, promenljiva će se setovati na 0, tj. početnu vrednost.

Kod tastera za *timeout*, princip rada je malo drugačiji. Naime, pritiskom na taster za *timeout* jedne od ekipa, upaliće se jedna LED dioda, što predstavlja jedan iskorišćen *timeout* po četvrtini. Sledećim pritiskom na taster, upaliće se još jedna LED dioda. I na kraju pritiskom na taster po treći put, upaliće se i treća LED dioda, što predstavlja maksimalan broj *timeout*-a po četvrtini. Narednim pritiskom na taster za *timeout*, promenljiva za čuvanje vrednosti istog se resetuje i čeka sledeću četvrtinu.

Na slici 2. data je električna šema semafora nakon pokretanja druge četvrtine utakmice.



Slika 2. Električna šema

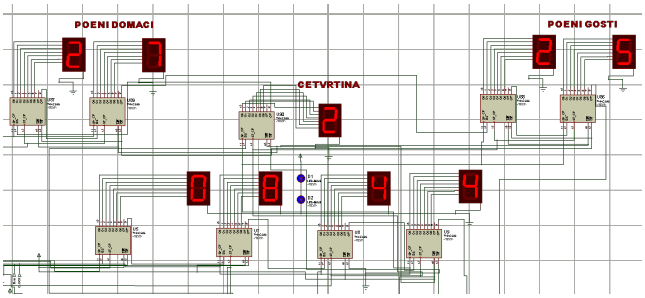
b) Hardware

Kako se sa šeme može videti, LED diode su vezane paralelno, iz razloga manje potrošnje, tj. da bi napon sa izlaznih pinova kontrolera mogao opsluživati. Svi tasteri koji se koriste vezani su pull-up otpornicima (10 kΩ).

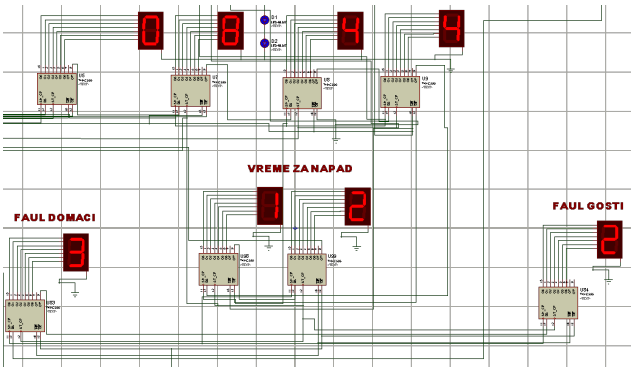
Za prenos podataka do 7 segmentnih displeja koriste se pomerački (shift) registri 74HC595 [2]. Iz kontrolera se šalju podaci i takt (clock), a podaci od jednog do drugog pomeračkog registra se prenose serijski, tj. podaci koje je primio prvi pomerački registar, pomera u drugi, drugi u treći... I nakon što je poslednji u nizu pomeračkih registara primio podatke (naravno u kodu se moraju definisati prioriteti, tj. koji registar treba prvi, a koji poslednji da primi podatke, da bi se ono što se želi prikazati, prikazalo na ispravan način), šalju se novi bit po bit. Po logici, poslednji pomerački registar koji treba primiti podatke je upravo prvi pomerački registar.

III. PRIMERI RADA SEMAFORA

Na slikama 3 i 4, respektivno, mogu se videti nasumično odabrane slike koje predstavljaju izgled semafora pri radu u simulaciji.



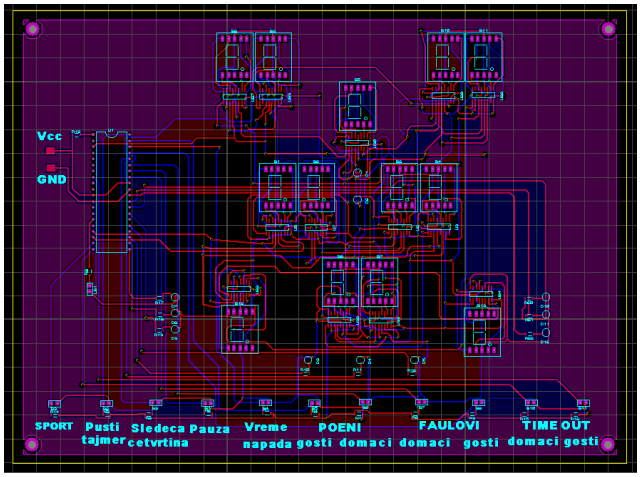
Slika 3. Primer rada semafora (trenutni rezultat utakmice, četvrtina i preostalo vreme za igru)



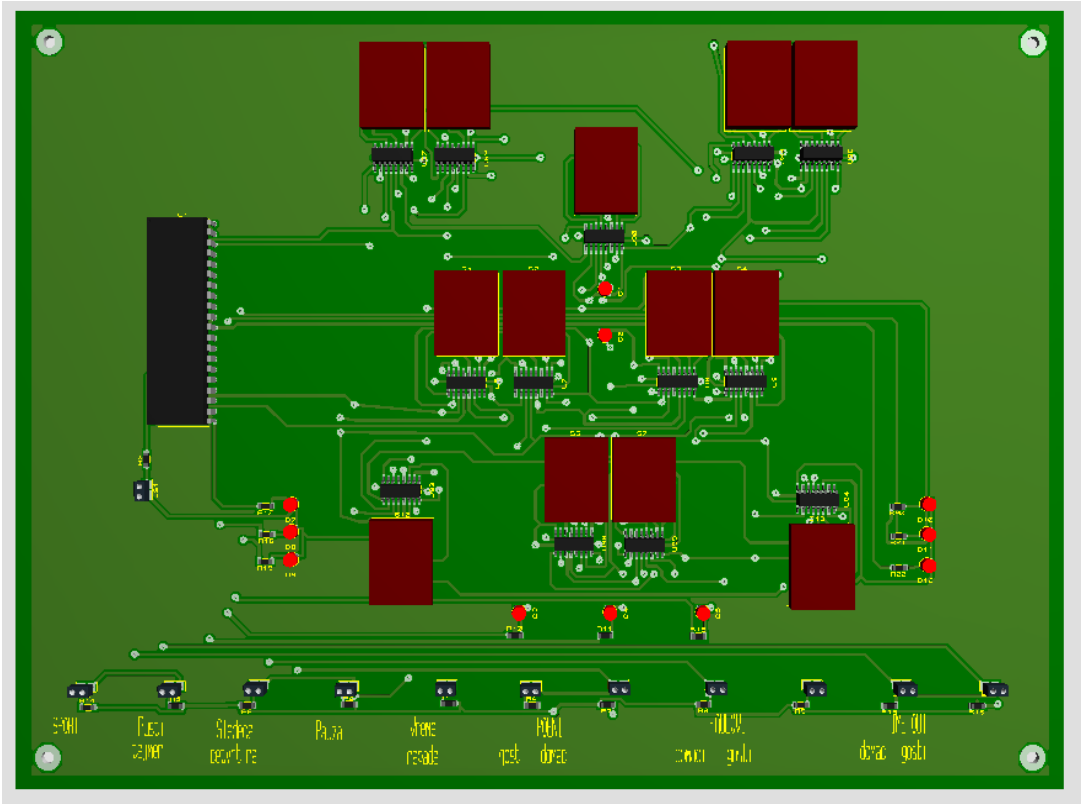
Slika 4. Primer rada semafora (vreme za igru, vreme za napad i broj faulova)

IV. PRAKTIČNA IZRADA

Kao i električna šema, štampana ploča je rađena u programskom paketu Proteus Professional [3]. Izgled štampane ploče i 3D model semafora dati su na slikama 5 i 6, respektivno.



Slika 5. Primer štampane ploče semafora



Slika 6. 3D model štampane ploče

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen primer sportskog semafora, koji se može koristiti u više sportova. Za svaki sport postoji poseban način funkcionisanja, zavisno od pravila izabranog sporta.

VI. ZAHVALINICA

Autori se zahvaljuju finansiskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Ovaj rad je deo projekta TR-33035.

LITERATURA

[1] PIC16F877A, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf

[2] Pomerački registar 74HC595D, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT595.pdf

[3] Proteus Professional, [On Line]. Dostupno na: http://www.labcenter.com/index.cfm

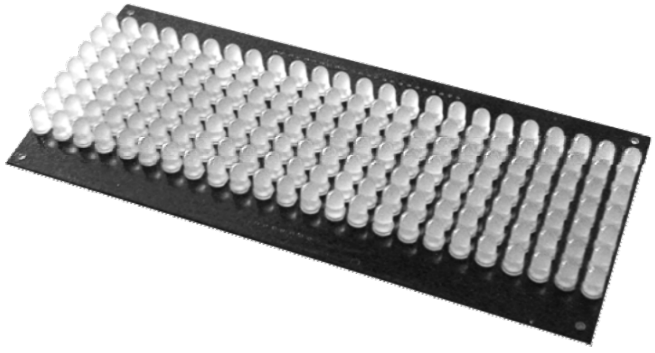
Matrični LED displej za prikazivanje 8 karaktera

Vladimir Mitić

Sadržaj – U ovom radu biće prikazana kompletna realizacija matričnog displeja za prikzazivanje 8 karaktera. Matrični displej predstavlja skup dioda povezanih u matricu. Glavna karakteristika ovog displeja je modularnost. Takođe postoji mogućnost slanja komandi koje kontrolišu displej preko bluetootha ili USB porta.

I. Opis displeja

Ovaj displej se sastoji od 336 dioda povezanih u matricu dimenzija 7x48. Sastoji se iz dva modula veličine 7x24 koji mogu biti vezani redno ili paralelno. Displej se lako može proširiti sa više modula ove veličine u zavisnosti od potrebe korisnika i to uz minimalne promene u konfiguraciji. Sam displej radi na principu vremenskog multipleksa. Pod pojmom multipleksiranje ili vremenski multipleks se podrazumeva da je u jednom trenutku prikazan samo jedan red displeja. To se dešava dovoljno brzo da ljudsko oko ne primećuje promenu i vidi ceo karakter na displeju. Za prikazivanje jednog karaktera potrebna je matrica dimenzija 7x6 i zbog toga na displeju u jednom trenutku može biti prikazano najviše 8 karaktera. Karakteri se formiraju paljenjem odgovarajućih dioda. I ako u jednom trenutku može biti prikazano 8 karaktera uz pomoć raznih efekata za transformaciju teksta na displeju se mogu prikazivati i reči koje imaju više karaktera kao i rečenice. Unos teksta se vrši ili preko serijskog porta ili direktno u mikrokontroler prilikom programiranja. Ako se unos vrši preko serijskog porta uz pomoć bluetooth modula, moguće je postaviti displej na nepristupačno mesto i nakon toga lako menjati njegov sadržaj uz pomoć mobilnog telefona, tableta ili laptop računara. Displej može prikazivati i vreme i datum, kao i sobnu temperaturu.



Slika 1. Izgled jednog modula displeja

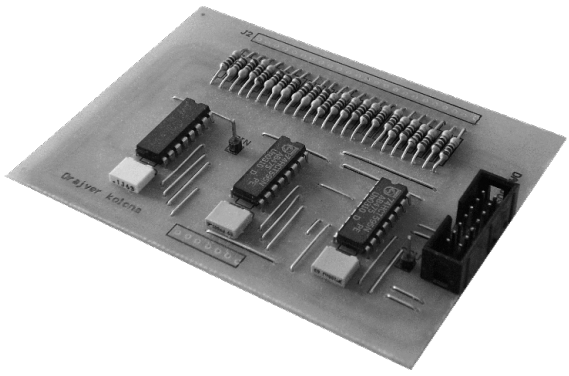
Vladimir Mitić je student smera Upravljanje sistemima Elektronskog fakulteta u Nišu, Univerziteta u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: vlada.mitic@elfak.rs

II. Elektronika za upravljanje displejem

Za ispisivanje teksta na displeju koristi se takozvani drajver displeja. Drajver se sastoji iz dva dela: drajvera kolona i drajvera redova. Pomoću ova dva modula se na displeju ispisuje tekst. Drajver kolona omogućava postavljanje maske za svaki karakter, dok se drajver redova koristi za osvežavanje displeja tj. multipleksiranje.

A. Drajver kolona

Funkcija ovog modula je da omogući postavljanje binarne kombinacije na odgovarajući red displeja. Ova binarna kombinacija predstavlja masku za određeni karakter koji se prikazuje na displeju. Za realizaciju drajvera kolona iskorišćen je pomerački registar 74HC595. Ovo kolo predstavlja osmobitni pomerački registar sa mogućnošću serijskog upisa i paralelnog čitanja. Za realizaciju drajvera iskorišćeno je šest ovakvih kola vezanih na red čime je dobijena dužina podatka od 48 bita. Svaki bit predstavlja jednu kolonu na displeju a paljenjem odgovarajućeg reda dobija se karakter. Upravljanje registrima vrši se pomoću MICROCHIP – ovog mikrokontrolera PIC18F45K22. Ploča se montira sa zadnje strane diodnog modula, a sa glavnom mikrokontrolerskom pločom se povezuje pomoću IDC16 konektora i flat kabla. Na slici se može videti izgled drajvera kolona jednog modula displeja na kojem se nalaze 3 pomeračka registra u sredini i IDC16 konektor sa desne strane.

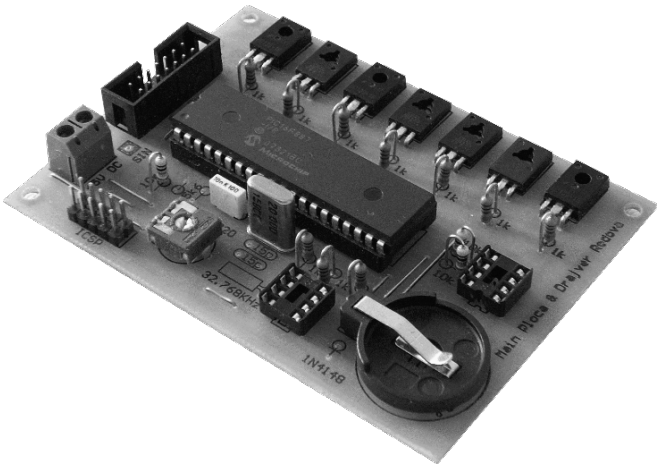


Slika 2. Drajver kolona

B. Drajver redova

Drajver redova služi za vremensko multipleksiranje redova. Vreme osvežavanja displeja iznosi 8ms. Drajver redova je realizovan programski pomoću PIC18F45K22 mikrokontrolera.

Pošto je izlaz mikrokontrolera nedovoljan da propusti struju koja je potrebna za drajvovanje redova iskorišćena su sedam npn tranzistora BD139 [1]. Na ploči se još nalazi temperaturni senzor DS1820 za prikazivanje temperature okoline na displeju, digitalni sat i kalendar DS1302 za prikazivanje vremena i datuma. Takođe na ploči postoji i ICSP konektor koji omogućava direktno programiranje. Ova ploča se sa drajverom kolona i led modulom povezuje pomoću IDC16 konektora i flat kabla. Napajanje drajvera i displeja je 5VDC. Na slici se vidi izgled drajvera redova na kojem se nalazi mikrokontroler u sredini, sedam tranzistora sa gornje strane drajvera, konektor za napajanje i IDC16 konektor za module sa leve strane, ICSP konektor u donjem levom uglu, konektor za bateriju i DS1302 u donjem desnom uglu i konektor za EEPROM memoriju sa desne strane drajvera.



Slika 3. Drajver redova

C. Mikrokontroler

Za upravljanje ovog displeja koristi se MICROCHIP – ov mikrokontroler PIC18F45K22. Ovaj mikrokontroler ima 40 pina, od čega 28 mogu biti analogni. Može raditi u temperaturnom opsegu od -40^{o}C do +125^{o}C [2]. Poseduje 1536 bajta RAM memorije što je više nego dovoljno i za neke kompleksnije sisteme. Postoji mogućnost proširenja memorije uz pomoć EEPROM – a veličine do 1024 bajta. Što se tiče brzine, ima precizni interni oscilator koji radi na frekvenciji od 16 MHz uz mogućnost povećanja frekvencije na 64 MHz uz pomoć PLL petlje bez ikakvih spoljnih komponenti. Sve ovo doprinosi brzini od 16 MIPS – a i omogućava neprimetno osvežavanje displeja. Takođe poseduje 7 tajmera od kojih su 3 osmobitna a 4 šesnaestobitna. Za komunikaciju ovaj mikrokontroler ima 2 UART – a, 2 A/E/USART – a, 2 SPI – a i 2 I2C2-MSSP(SPI/I2C).

D. Temperaturni senzor

Za merenje sobne temperature koristi se temperaturni senzor DS1820. Ovo je digitalni termometar koji može meriti temperaturu u opsegu od -55 ^{o}C do +125 ^{o}C sa rezolucijom od 0,5 ^{o}C [3]. Za povezivanje koristi tri kontakta od čega je jedan napajanje, jedan je uzemljenje i samo jedan za komunikaciju. Temperatura se očitava kao devetobitna vrednost. Ovaj senzor poseduje mogućnost upozoravanja korisnika kada okolna temperatura premaši neku kritičnu vrednost koju je zadao korisnik sprečavajući na taj način pregorevanje ili pak zamrzavanje komponenta. Zbog toga što ovaj senzor poseduje jedinstveni serijski broj postoji mogućnost povezivanja više ovakvih senzora na red i očitavanja svih njih uz pomoć samo jednog pina na mikrokontroleru. Ovo se može iskoristiti za očitavanje temperature u više soba istovremeno ili pak očitavanje zagrevanja nekih industrijskih mašina.

E. Digitalni sat i datum

Za određivanje tačnog vremena i datuma koristi se DS1302 Trickle-Charge Timekeeping Chip. On broji sekunde, minute, sate, dane u mesecu, mesece, dane u nedelji i godine sa uračunavanjem i prestupnih godina sve do 2100 [4]. Sat može da prikazuje oba formata za vreme (24h i 12h sa AM/PM indikatorom). Komunikacija se vrši pomoću tri pina: CE, I/O i SCLK (serial clock). Sa čipa se mogu i čitati i upisivati podaci i to bajt po bajt. Prilikom prvog pokretanja u čip se upiše trenutno vreme i datum i nakon toga čip sam broji. Čip se napaja preko baterije kada maketa nije uključena da bi mogao da broji i kada nema spoljnjeg izvora napajanja. U tom slučaju troši vrlo malo energije, manje od 1μW. Takođe za rad ovog čipa je neophodan oscilator frekvencije 32,768 KHz. Ovaj čip je takođe vrlo otporan na promenu temperature i može raditi u temperaturnom opsegu od -40^{o}C do +85^{o}C.

F. Pomerački registar

74HC595 je pomerački registar koji je korišćen kao drajver kolona za ovaj displej. On ima serijski upis, serijsko i osmobitno paralelno čitanje. Šest ovakvih registara je vezano na red i to serijski izlaz prethodnog na serijski ulaz narednog. Kada se tako spoje paralelni izlazi ovih registara čine jedan red od 48 bita. Takođe zbog ovakvog vezivanja ispisivanje na displej se vrši sa desna na levo tj. prvo se šalje maska poslednjeg karaktera. Prednost ovog načina za ispisivanje je u tome što je za slanje podataka potreban samo jedan pin. Frekvencija pomeranja je 100 MHz [5] što je sasvim dovoljno za prikazivanje karaktera zajedno sa svim efektima bez ikakvog seckanja.

III. ALGORITAM ZA UPRAVLJANJE DRAJVERIMA I ISPISIVANJE TEKSTA NA DISPLEJU

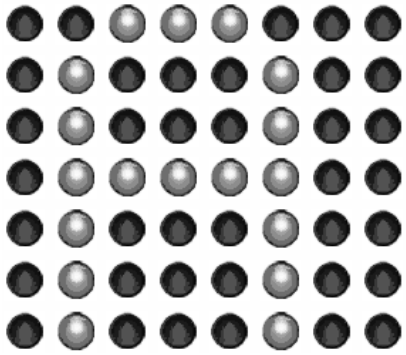
Program koji upravlja displejem pisan je u CCS C jeziku. Mikrokontroler radi na frekvenciji od 64 MHz uz pomoć eksternog kvarc kristala od 16 MHz čija se frekvencija uz pomoć PLL petlje učetvorostručuje. Osvežavanje jednog reda displeja se vrši na 8 ms i to se radi u prekidnoj funkciji internog tajmera. To znači da je za osvežavanje celog displeja potrebno 56 ms. Sadržaj displeja (maske za karaktere) se nalazi u matrici „displej“ i sve transformacije koje se vrše nad tekstom se u stvari vrše nad ovom matricom. Za prikazivanje teksta na displeju postoje 4 funkcije (4 moda) i to su: DisplayMod, RotateMod, RotateVerticalMod, OpenMod. Takođe postoji i jedna funkcija za brisanje teksta sa displeja OpenModErase. DisplayMod služi sa prikazivanje reči od 8 karaktera bez ikakvog efekta. U ovoj funkciji se samo prebacuju maske za izabrane karaktere u matricu displeja uz pomoć odgovarajuće formule jer je širina jednog karaktera 6 bita a veličina pomeračkog registra 8 bita. RotateMod prikazuje tekst na displeju bilo koje dužine koji se kreće sa leva na desno. RotateVerticalMod prikazuje reč od 8 karaktera sa efektom skrolovanja odozdo na gore. To se postiže tako što se svi redovi pomeraju za jedno mesto na gore i u poslednji red se upisuje red po red nove reči. OpenMod ispisuje reč od 8 karaktera počev od srednjeg reda krećući se ka krajevima. OpenModErase briše sadržaj displeja u suprotnom smeru od OpenMod-a, tj. od krajeva ka srednjem redu. Za izračunavanje trenutnog vremena, datuma i temperature se koriste funkcije UzmiDatum, UzmiVreme i UzmiTemperaturu. Datum se nalazi u promenljivoj „datum“ i sadrži dan, mesec, godinu i dan u nedelji. Vreme se nalazi u promenljivoj „vreme“ i sadrži sate, minute i sekunde. Temperatura se nalazi u promenljivoj „temperatura“ i može prikazivati temperaturu od -55 do +125 °C sa korakom od 0,5 °C. Kombinacijom svih ovih funkcija sa odgovarajućim kašnjenjima može se ispisati bilo koja poruka ili obaveštenje koje je potrebno korisniku. Ako se unos teksta vrši direktnim upisivanjem unapred zadatih komandi u memoriju mikrokontrolera, onda se u main funkciji programa, u beskonačnoj while petlji pozivaju zadate funkcije nakon kojih sledi određeno kašnjenje. Međutim, ako se unos teksta vrši preko serijskog porta onda se u beskonačnoj while petlji nalazi for petlja čiji je broj iteracija jednak broju komandi i u svakoj iteraciji se poziva određena funkcija, funkciji se prosleđuje tekst, datum, vreme ili temperatura i nakon te funkcije sledi čekanje koje je definisano u komandi. Na ovaj način program nema unapred definisane komande i spreman je da prikaže bilo koju kombinaciju koju korisnik može poslati.

A. Određivanje maske za karakter

Maska za svaki karakter je upisana u niz od sedam osmobitnih brojeva koji nosi oznaku tog karaktera. Tako je na primer maska za karakter “A” upisana u niz:

$$A[7] = \{0x38, 0x44, 0x44, 0x7C, 0x44, 0x44, 0x44\}; \quad (1)$$

Svaka od ovih vrednosti predstavlja broj čija binarna reprezentacija odgovara jednom redu displeja pri čemu vrednost “1” reprezentuje upaljenu diodu, a vrednost “0” ugašenu diodu.



Slika 4. Maska za karakter “A”

Sa slike se vidi da je za ispisivanje karaktera zajedno sa razmakom potrebna matrica dimenzija 7x6 tj. da u svakoj maski imamo dva bita više nego što je potrebno. Zbog toga prilikom slanja maski za ispisivanje na displej nije moguće samo kopirati vrednost maske već se mora izvršiti transformacija maski tako da karakteri zauzimaju širinu od 6 bita a ne od 8. To znači da svaki naredni karakter treba da se “ugura” do sledećeg. Pošto jedan modul ovog displeja ima širinu od 24 dioda (najmanji zajednički sadržalac za 6 i 8) on je idealan za prikazivanje tačno 4 karaktera uz pomoć 3 osmobitna binarna broja. To se postiže uz pomoć sledeće formule:

$$\begin{aligned} K_1 &= M_1\%256\cdot 1+M_2/64 \\ K_2 &= M_2\%64\cdot 4 + M_3/16 \\ K_3 &= M_3\%16\cdot 16 + M_4/4 \end{aligned} \quad (2)$$

Gde su K_1, K_2 i K_3 vrednosti koje se šalju registrima, a M_1, M_2, M_3 i M_4 maske karaktera koje treba da se upišu. Znak % predstavlja operaciju koja za rezultat daje ostatak pri deljenju dva broja, dok znak / predstavlja celobrojno deljenje. Zahvaljujući ovakvom metodu ispisivanja karaktera displej se lako može proširiti velikim brojem modula ovih dimenzija bez gubitaka u brzini rada displeja. Takođe prilikom proširivanja displeja, zahvaljujući ovom načinu ispisivanja, promene koje su neophodne u kodu mikrokontrolera su minimalne.

IV. KOMUNIKACIJA

Ovaj displej može prikazivati tekst koji se upisuje na dva načina. Može prikazivati tekst koji se unapred definiše i isprogramira u mikrokontroler koji se potom ne može menjati, ili može preko serijskog porta da se unose komande i tako menja sadržaj displeja. Komande mogu da

sadrže tekst koji treba da se ispiše ali i ne moraju zato što se preko njih može odrediti i prikazivanje datuma, vremena ili temperature. Serijiski port može biti povezan na USB modul koji se povezuje sa računarom preko USB kabla ili na Bluetooth modul koji se može povezivati kako sa računarom tako i sa telefonom. Dužina jedne naredbe je ograničena na 160 karaktera i mora da zadovolji format koji je unapred definisan. Bilo koji tekst koji se pošalje mikrokontroleru, a nije u tačnom formatu se odbacuje i korisniku se prikazuje obaveštenje "NAREDBA NIJE PRIHVACENA!". Naredba mora izgledati na sledeći način:

@Opcija,Mod,Kašnjenje,Tekst# (3)

Karakter "@" je marker za početak naredbe a karakter "#" marker za kraj naredbe.

"Opcija" je jedan karakter koji određuje šta će se prikazivati (tekst, datum, vreme, temperatura) i koji sme da ima vrednost:

S - tekst (string),
D - datum (date),
C - vreme (clock),
T - temperatura (temperature).

"Mod" je jedan broj koji određuje koja funkcija će se pozvati tj. na koji način će tekst biti prikazan. "Mod" sme da ima vrednost:

1 - DisplayMod;
2 - RotateVerticalMod;
3 - RotateMod;
4 - OpenMod;
5 - OpenModErase koji obriše displej a nakon 0,5 sekundi DisplayMod prikaže željeni sadržaj;
6 - OpenModErase koji obriše displej a nakon 0,5 sekundi RotateVerticalMod prikaže željeni sadržaj;
7 - OpenModErase koji obriše displej a nakon 0,5 sekundi RotateMod prikaže željeni sadržaj;
8 - OpenModErase koji obriše displej a nakon 0,5 sekundi OpenMod prikaže željeni sadržaj.

"Kašnjenje" predstavljaju 3 broja koja određuju koliko sekundi se čeka nakon izvršenja naredbe dok se ne pređe na narednu.

"Tekst" predstavlja tekst koji treba da se ispiše i on je validan samo u koliko je kao opcija izabrana "S" (tekst). Dužina teksta je ograničena na 8 karaktera za sve modove sem za 3. i 7. za koje je moguće maksimalno uneti 152 karaktera.

Ako bilo koji deo naredbe nema predviđenu vrednost, naredba se neće prihvatiti. Nije bitno da li se u naredbama pišu velika ili mala slova jer displej prikazuje samo velika slova, tako da mikrokontorler naredbe zapamti sa velikim slovima. Neki primeri naredbi su:

@S,2,003,Test#
@S,3,123,Duzina teksta nije bitna za ovaj mod#
@D,6,050#
@t,5,001#
@c,7,043#

Prilikom slanja komandi, svaka naredna komanda se dodaje na kraj niza postojećih komandi. Ako je potrebno da se neka komanda ubaci na početak ili ubaci između neke dve postojeće komande, mora se prvo poslati komanda za brisanje sadržaja displeja i nakon toga se ponovo šalju sve komande u željenom redosledu. Naredba za brisanje displeja ima oblik:

@CLEAR# (4)

Nakon što se ova komanda unsese sadržaj displeja se briše uz pomoć funkcije OpenModErase.

V. ZAKLJUČAK

Matrični LED displej predstavlja odličan primer vremenskog multipleksa i kako se uz korišćenje veoma malog broja pinova može upravljati sa dosta eksternih objekata. Takođe ovo je odličan način za upoznavanje sa mikrokontrolerima, njihovim programiranjem i komunikacijom sa drugim objektima. Pored toga što ovaj displej može da služi kao maketa za studente koji žele bliže da se upoznaju sa radom mikrokontrolera, on takođe predstavlja gotov proizvod koji se može koristiti za prikazivanje bilo kakvog obaveštenja na bilo kojem mestu. Mogućnost nadogradnje displeja za prikazivanje više karaktera sa mogućnošću prikazivanja karaktera i u više redova, kao i mogućnost ugrađivanja dodatnih senzora u zavisnosti od potreba korisnika govore u prilog širokoj primeni ovog uređaja. Jednostavna realizacija zajedno sa velikom prilagodljivošću za korisnikove potrebe čini ovaj uređaj vrlo pogodnim za svakodnevnu upotrebu i to je ono što ga čini gotovim proizvodom.

VI. LITERATURA

[1] Vančo Litovski, *Osnovi elektronike: Teorija, rešeni zadaci i ispitna pitanja*, Beograd, Jun 2006.
[2] *MICROCHIP PIC18(L)F2X/4XK22 Data sheet*.
[3] Maxim integrated, *DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer.*
[4] Maxim integrated, *DS1302 Trickle-Charge Timekeeping Chip.*
[5] *MC74HC595A 8-Bit Serial-Input/Serial or Parallel-Output Shift Register with Latched 3-State Outputs*, Mart 2000 – Rev. 8.

Daljinsko upravljanje PIC mikrokontrolerom pomoću infrared komunikacije

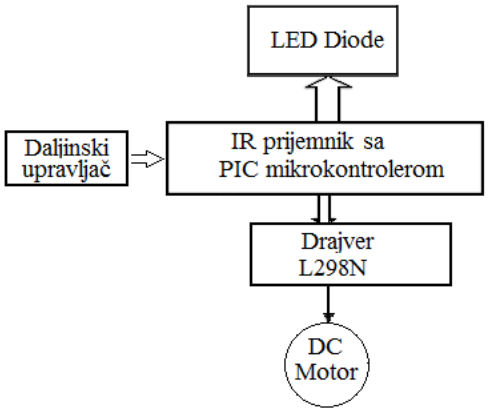
Milan Miladinović

Sadržaj – Rad opisuje jednu mogućnost daljinskog upravljanja PIC mikrokontrolerom pomoću infrared komunikacije. Sa predajnika (daljinskog upravljača) se šalje određeni IR signal koji prihvata prijemnik (TSOP1138) povezan sa mikrokontrolerom. U zavisnosti od primljenog signala prijemni deo sa mikrokontrolerom obavlja željenu funkciju (konkretno u ovom radu se upravlja brzinom i smerom okretanja motora i uključuju se led diode koje to signaliziraju).

I. UVOD

U domaćinstvima danas skoro da ne postoji uređaj koji nema daljinsko upravljanje (TV, DVD, klima, alarmni sistem...). Jedan od najzastupljenijih načina upravljanja kućnim uređajima predstavlja IR komunikacija (infracrvena komunikacija) koja je ovde našla svoju komercijalnu primenu.

U ovom radu je prikazan razvoj (hardverski i softverski) sistema koji služi za IR komunikaciju. Sa daljinskog upravljača se zadaje određena komanda, IR signal se emituje do kola prijemnika sa mikrokontrolerom koji prihvata taj signal i izvršava zahtevanu komandu. U ovom radu se u zavisnosti od komande koju prihvati kolo prijemnika upravlja brzinom i smerom DC motora preko L298N drajvera i pritom se uključuju određene led diode koje signaliziraju poslednju primljenu komandu. Na slici 1. je prikazana blok šema realizovanog sistema.



Slika 1. Blok šema realizovanog sistema

Milan Miladinović je diplomirani inženjer elektrotehnike. Diplomirao je 2013. godine na Elektronskom fakultetu u Nišu, smer upravljanje sistemima – automatsko upravljanje.
E-mail: sicko989@gmail.com

II. IR KOMUNUIKACIJA

Da bi uspostavili IR komunikaciju potrebno je imati predajnik i prijemnik. Predajnik (upravljač) (slika 2) šalje signal, a prijemnik (izvršni uređaj) (slika 3) taj signal prihvata i na taj način se ostvaruje komunikacija. Kako bi komunikacija bila uspešna potrebno je omogućiti nesmetan prolaz IR signala, tj. između predajnika i prijemnika ne sme da postoji nikakva prepreka.



Slika 2. Predajnik (upravljač)

Glavni deo predajnika je IR dioda koja emituje signal. Predajnik se uglavnom napaja iz baterije i zato je poželjno da koristi što manje energije, međutim emitovan signal istovremeno mora da dostigne i određenu daljinu. Struja kroz IR diodu može da varira od 100*mA* do 1*A* što zavisi od daljine koju emitovan signal treba da pređe do kola prijemnika. Sa povećanjem daljine i struja kroz IR diodu treba biti veća, a sa tako velikom strujom je moguće raditi samo u impulsnom režimu [1].

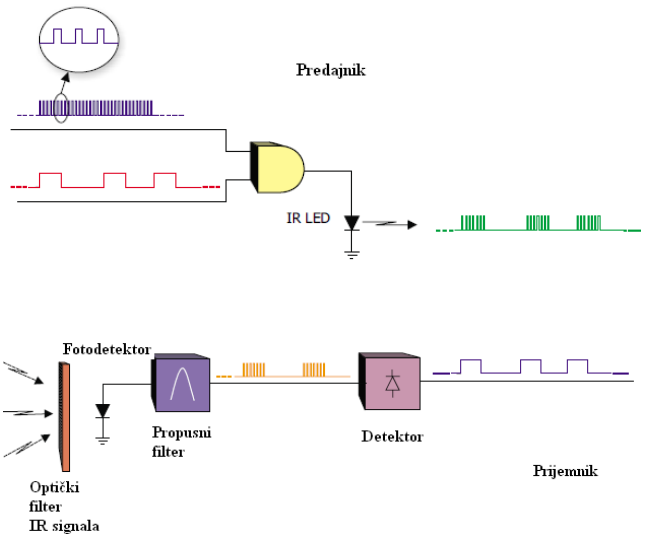


Slika 3. Prijemnik (uređaj)

Glavni deo prijemnika je foto-tranzistor, koji, kada se osvetli dovoljnim intenzitetom IR svetlosti, propušta struju.

Osnovni izvor infracrvenog zračenja je toplota ili termalno zračenje. Bilo koje telo sa temperaturom iznad apsolutne nule (-273.15 C ili 0 K) emituje infracrveno zračenje. Čak i ona tela koja izgledaju veoma hladna, kao na primer kockice leda, emituju infracrveno zračenje. Objekat koji nije dovoljno zagrejan da emituje vidljivu svetlost najveći deo energije emituje u infracrvenoj oblasti spektra [2]. Svi predmeti, čije su temperature veće (npr. peći, grejalice itd) mogu predstavljati smetnje pri IR komunikaciji, pa je potrebno na neki način "kodirati"

informaciju koja se treba preneti putem IR komunikacije. Pritom se vrši modulacija signala, tj. IR dioda treperi nekom određenom frekvencijom i time sprečava uticaj smetnji. Te frekvencije se uglavnom kreću od 30kHz do 60kHz.



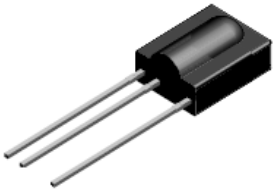
Slika 4. Signali na predajniku i prijemniku

Na slici 4. se vidi da signal na predajniku ima dva stanja: "crtice" (IR svetlost je emitovana u impulsima određenom frekvencijom) i "prazninu" (IR dioda na predajniku ne svetli). Izlazni signal na prijemniku, nakon detektora, može biti visok nivo ili "logička jedinica" ili nizak nivo ili "logička nula".

Kako bi uređaj „razumeo" naredbu tj. poruku koju mu predajnik emituje, potrebno je poznavati protokol kojim se odvija IR komunikacija. Danas postoji više različitih IR protokola koji se koriste u IR komunikaciji. Neki od njih su SIRC (Sony), RC5, RC6 (Phillips), JVC (JVC), NRC17 (Nokia), NEC [3].

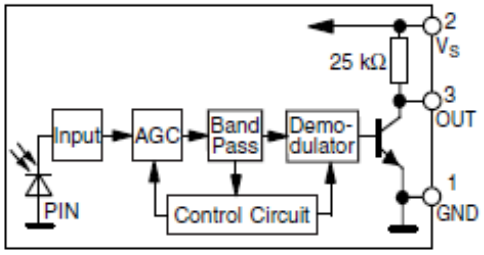
III. TSOP1138

TSOP1138 predstavlja minijaturni prijemnik za IR upravljačke kontrolne sisteme (slika 5) [4]. Ovaj prijemnik sadrži fotodetektor i predpojačavač u svom kućištu. Ima poboljšanu zaštitu od raznih smetnji izazvanih električnim poljem, nisku potrošnju energije, imun je na svetlost okoline i ima mogućnost prenosa podataka od 4000 bita/sec.

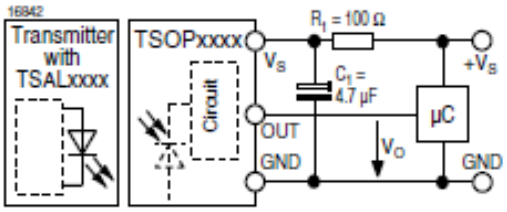


Slika 5. TSOP1138

Na slikama 7 i 8 su prikazani blok dijagram TSOP1138 kao i način njegovog povezivanja sa mikrokontrolerom.



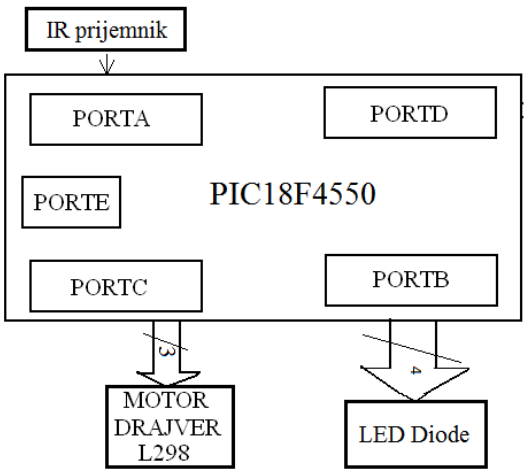
Slika 6. Blok dijagram TSOP1138



Slika 7. Povezivanje TSOP1138 sa mikrokontrolerom

IV. MIKROKONTROLER PIC18F4550

Mikrokontroler PIC18F4550 je iskorišćen pre svega zato što je autor imao razvojnu ploču za ovaj mikrokontroler. Inače za funkcije koje su iskorišćene u ovom radu moguće je bilo koristiti i neki drugi jednostavniji mikrokontroler od pomenutog. Mikrokontroler PIC18F4550 ima veliku brzinu rada - mogućnost korišćenja radne frekvencije do 48MHz [5]. U ovom radu je iskorišćena mogućnost generisanja PWM signala (omogućena CCP Modulom) koji je upotrebljen za upravljanje DC motora. Blok šema realizovanog uređaja sa mikrokontrolerom je prikazana na slici 8.



Slika 8. Realizovani uređaj sa mikrokontrolerom

V. IDENTIFIKACIJA SIGNALA SA DALJINSKOG UPRAVLJAČA

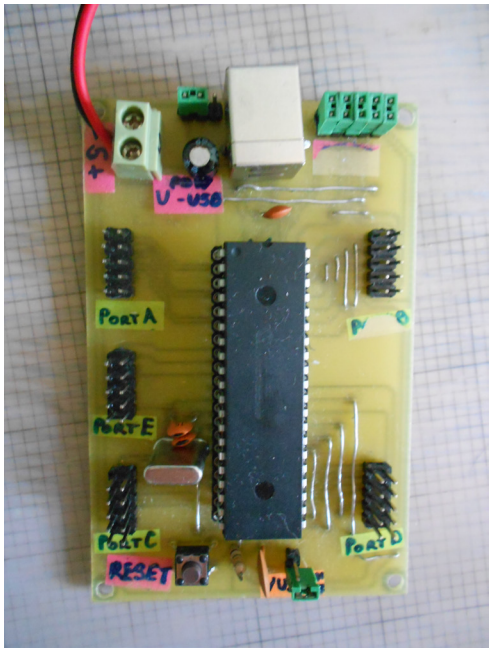
Za ovaj rad je iskorišćen daljinski upravljač za koji nije postojala nikakva informacija ni specifikacija, pa je moralo da se pristupi procesu idntifikacije koda signala sa daljinskog upravljača. Na realizovanom hardveru je izvršen eksperiment prikupljanja podataka tako što je napisan odgovarajući softver u mikroC programu. Očitavane su i prikazivane, na LCD displeju, vrednosti signala i njihovo trajanje. Utvrđeno je da daljinski upravljač za IR komunikaciju koristi RC5 protokol. Identifikovane su naredbe (kodovi) sa četiri tastera koje su iskorišćene za promenu brzine i smera motora i prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1.
EKSPERIMENTALNO PRIKUPLJENI PODACI SA DALJINSKOG UPRAVLJAČA

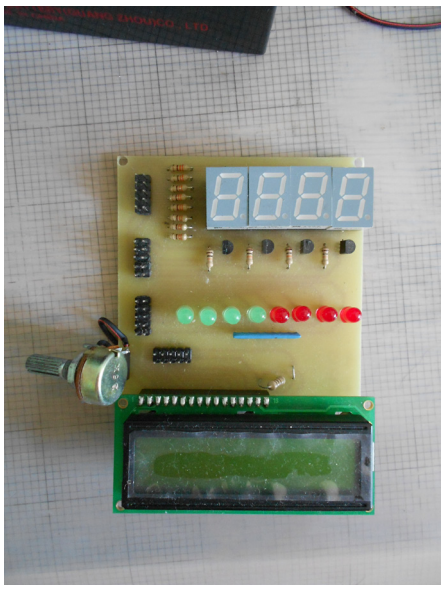
Naredba	s1	s2	t	Adresa												Komanda											
Povećaj brzinu	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
Smanji brzinu	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
Smer desno	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Smer levo	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

VI. OPIS RAZVOJNOG UREĐAJA

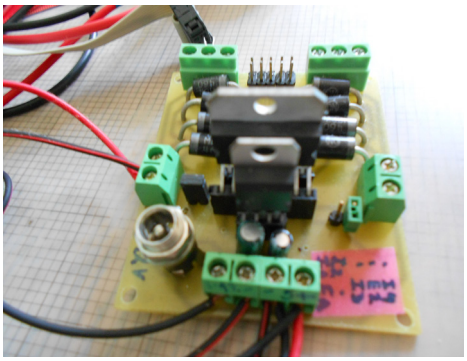
Za razvoj IR komunikacije sa mikrokontrolerom je iskorišćena razvojna ploča za PIC18F4550 (slika 9), ploča sa led diodama, 7segmentnim displejima i LCD displejom (slika 10), pločica sa drajverom L298N (slika 11) i pločica sa IR prijemnikom TSOP1138 i daljinski upravljač (slika 12).



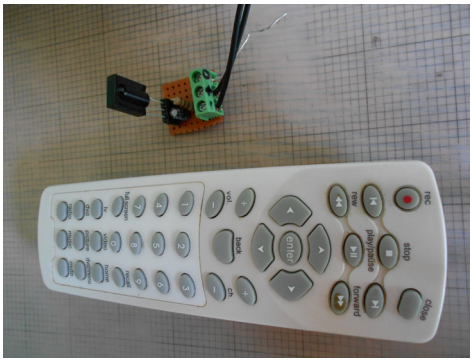
Slika 9. Razvojna ploča za PIC18F4550



Slika 10. Ploča sa led diodama



Slika 11. Ploča sa L298N drajverom



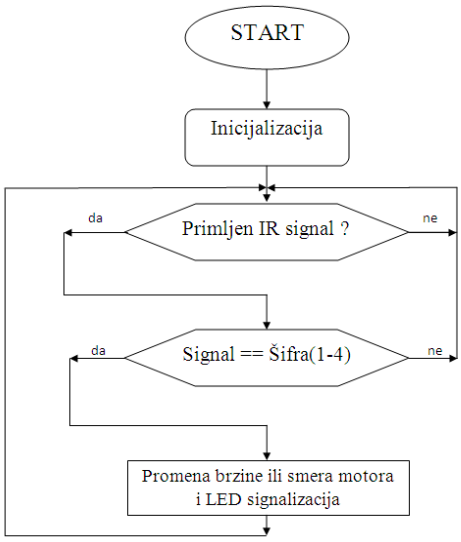
Slika 12. Daljinski upravljač i IR prijemnik TSOP1138

Sa daljinskog se zadaje komanda pritiskom na neko dugme za kretanje kroz meni koje je obeleženo strelicom (gore, dole, levo ili desno). Infrared signal sa daljinskog prihvata prijemnik TSOP1138 koji ga prosleđuje mikrokontroleru. Mikrokontroler u zavisnosti od primljenog signala izvršava određenu komandu. Strelice levo i desno menjaju smer motora, a strelice gore i dole

brzinu motora. Na ploči sa led diodama se takođe u zavisnosti od signala koji primi mikrokontroler uključuju određene diode koje nam prikazuju poslednju primljenu komandu (smer obrtanja motora i promenu brzine).

VII. SOFTVERSKA REALIZACIJA

Za programiranje mikrokontrolera korišćen je softver mikroC [6]. Za opisani zadatak je napisan program od oko 300 linija koda, a prikazan je uprošćeni algoritam toka programa na slici 13.



Slika 13. Algoritam glavnog programa

VIII. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen jedan način upravljanja PIC mikrokontrolerom korišćenjem IR komunikacije. Pošto je korišćen daljinski za koji nije postojala specifikacija moralo je da se pristupi procesu idntifikacije koda signala. Razvijeni sistem upravlja brzinom i smerom obrtanja DC motora i obaveštava korisnika o poslednjoj naredbi koju je primilo kolo prijemnika uključivanjem i isključivanjem određenih led dioda. Uz male izmene hardvera i softvera predstavljeni razvojni sistem sa IR komunikacijom bi se mogao i praktično primeniti za, na primer, podizanje i spuštanje roletni u kućama i stanovima ili za otvaranje i zatvaranje garažnih vrata itd.

LITERATURA

[1] Literatura dostupna na sajtu: http://www.automatika.rs/projekti/svi-projekti/nacini-ir-komunikacije.html
[2] Literatura dostupna na sajtu: http://www.astronomija.co.rs/nauka/astronomija/5873-infracrvena-astronomija.html
[3] Literatura dostupna na sajtu: http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/jvc.php
[4] Datasheet: IR Receiver Modules for Remote Control Systems TSOP 1138
[5] Datasheet: PIC18F4550, Microchip Technology, 2009.
[6] Literatura dostupna na sajtu: http://www.mikroe.com/pdf/mikroc/mikroc_manual.pdf

Primena digitalnih filtara u kriptografiji

Miljan Petrović

Sadržaj – U ovom radu predstavljen je inovativni princip korišćenja digitalnih filtara u enkripciji i dekripciji podataka. Za enkripciju je upotrebljen FIR (*finite impulse response* – konačan impulsni odziv) filtar, a za dekripciju odgovarajući IIR (*infinite impulse response* – beskonačan impulsni odziv) filtar. Izložena je kriptoanaliza ovakvog sistema i prikazane njegove prednosti i nedostaci.

I. Uvod

Od davnina je u svetu uočena potreba za tajnim komuniciranjem među ljudima, te je razvojem elektronike i računarstva, naročito dobila na značaju i kriptografija kao nauka o prikrivanju informacije u signalu koji se prenosi telekomunikacionim kanalom. Počevši od proste zamene „simbol za simbol", do danas se došlo do složenih algoritama obrade podataka, koji pružaju izuzetnu sigurnost, te omogućavaju da informacija bude dostupna jedino onome kome je poruka poslata.

Algoritmi enkripcije (generisanja šifrata iz korisnog signala) u današnjoj upotrebi baziraju se na takozvanom ključu, odnosno sekvenci podataka koja definiše tok enkripcije i koja je poznata samo na predajniku. Analogno, postoji ključ za algoritam dekripcije (generisanja originalne sekvence iz primljenog šifrata). Ukoliko se isti ključ koristi za enkripciju i dekripciju, govorimo o simetričnom algoritmu, kakav je i opisani algoritam zasnovan na digitalnim filtrima.

Trenutni standardi u algoritmima enkripcije sa simetričnim ključem jesu DES (Data Encryption Standard) i njegova unapređena verzija AES (Advanced Encryption Standard), koji se sastoje od niza matematičkih operacija nad ulaznim signalom i ključem. Neke od njih su permutacije, zamena blokova podataka, logičke operacije, itd. Više detalja o ovim standardima dato je u [1].

Napadi na kriptosistem dele se na pasivne, poznate kao „prisluškivanje" i na aktivne, koji podrazumevaju menjanje poruke, njeno ponovno slanje, itd. Cilj ovog rada bio je pronalaženje matematički jednostavnijih algoritama enkripcije i dekripcije koji pružaju zadovoljavajući nivo zaštite od aktivnih napada.

Analiza kriptografskog sistema, koja je obavljena u ovom radu, zasniva se analizi digitalnih sistema u z-domenu. Stoga, podsetimo se nekoliko osnovnih postulata digitalne obrade signala, koji će nam biti od koristi u analizi.

Proizvoljan diskretni signal $x[n]$ dužine $k+1$, čije su vrednosti obeležene sa a_i, $i=0, 1,..., k$, možemo predstaviti z-transformacijom $X(z)$, koja izgleda:

$$X(z) = a_0 + a_1 z^{-1} + \ldots + a_k z^{-k}, \qquad (1)$$

gde su a_i, $i=0, 1,..., k$ koeficijenti z-transformacije i z kompleksna frekvencija. Kako prema Osnovnom stavu linearne algebre, svaki polinom ima svoj kanonični oblik sa nulama iz skupa kompleksnih brojeva, (1) možemo pisati kao:

$$X(z) = K(z^{-1} - z_0)(z^{-1} - z_1)\ldots(z^{-1} - z_{k-1}), \qquad (2)$$

gde su sa z_i, $i=0, 1,..., k-1$ obeležene nule polinoma po z^{-1} u (1) i sa K odgovarajuća konstanta. Ove nule treba razlikovati od nula z-transformacije, koje predstavljaju vrednosti promenljive z za koje transformacija ima nultu vrednost. Treba naglasiti još, da, s obzirom na prirodu FIR filtara, njihova prenosna funkcija ima isti matematički oblik kao i data transformacija proizvoljnog digitalnog signala.

U daljem izlaganju napre će kriptosistem biti detaljno opisan, zatim će se razmotriti slučajevi napada na isti, uključujući i kros-korelacionu analizu napada sa delimično poznatim ključem. Na kraju će biti iznete ideje o daljem istraživanju na ovom polju.

II. Opis kriptosistema

Sistem za enkripciju predstavlja FIR filtar prenosne funkcije $H(z)$. Propuštanjem osnovnog signala kroz ovaj filtar, nastaje izlazni signal, šifrat. Vrednosti šifrata, za bilo koji filtar, u velikoj meri se razlikuju od vrednosti osnovnog signala, te je time ispunjen prvi princip enkripcije – sakriti informaciju, odnosno učiniti je „nečitljivom".

Kada se šifrat prenese do odgovarajućeg korisnika, propušta se kroz prijemni filtar za dekripciju. U pitanju je IIR filtar prenosne funkcije $H_d(z)$ za koju važi

$$H_d(z) = \frac{1}{H(z)}, \qquad (3)$$

gde $H(z)$ predstavlja prenosnu funkciju FIR filtra za enkripciju.

Pod pretpostavkom da je sistem za prenos idealan, postižemo da amplitudska karakteristika celokupnog sistema bude jednaka jedinici. To znači da je prenosna

M. Petrović, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: miljanpet93@gmail.com

funkcija kaskadne veze filtara za enkripciju i dekripciju jednaka jedinici, odnosno

$$H(z)\cdot H_d(z)=1, \tag{4}$$

iz čega se zaključuje da su ulazni i izlazni signali ovakvog sistema identični, tj. da se dekripcijom šifrata, dobija originalan signal.

Opisani kriptosistem spada u sisteme sa simetričnim algoritmom kriptovanja sa ključem. Naime, ključ predstavljaju koeficijenti FIR filtra, jer se njihovim poznavanjem može izvršiti validna enkripcija. Isti koeficijenti se nalaze i u prenosnoj funkciji IIR filtra, pri čemu je njegova struktura nešto drugačija. Zato kažemo da je algoritam simetričan.

Dalje je potrebno uvesti određena ograničenja radi pojednostavljenja matematičkog modela i implementacije ovih filtara. Naime, slobodni član u imeniocu prenosne funkcije bilo kog filtra (sređenog kao racionalna funkcija po z^{-1}) treba biti jednak jedinici. Stoga, bez obzira što se bilo koji FIR filtar može koristiti za enkripciju, kada se njegovi koeficijenti „preslikaju" na IIR filtar za dekripciju, zaključujemo da slobodan član među koeficijentima FIR filtra mora biti jednak jedinici. Ovim ograničenjem izjednačavamo red korišćenog filtra sa brojem koeficijenata koji sačinjavaju ključ. U tom slučaju prvi odmerak šifrata biće jednak prvom odmerku originalne sekvence. Da bi se izbegla ova jednakost, te postigla sigurnost celokupne informacije, originalnoj sekvenci je potrebno dodati nasumično odabranu vrednost na početku.

Jedan od bitnih kriterijuma ocenjivanja kvaliteta kriptosistema jeste dužina ključa. Ukoliko za binarno kodiranje vrednosti signala i koeficijenata filtra koristimo 8-bitne reči, već za FIR filtar osmog reda imamo ključ dužine 64 bita, što je dužina za standardni DES algoritam enkripcije. (Za dužinu ključa AES algoritma potreban bi bio red filtra 16, 24 ili 32.)

Poznato je iz teorije signala i sistema da je sistem, odnosno filtar stabilan ukoliko su njegovi polovi unutar jediničnog kruga u kompleksnoj z-ravni. Ovaj uslov ne predstavlja problem za FIR filtre, koji su po definiciji uvek stabilni. Međutim, moramo naglasiti da on mora važiti za IIR filtar za dekripciju. Kako su polovi prenosne funkcije $H_d(z)$, ujedno i nule prenosne funkcije $H(z)$, uslov stabilnosti kriptografskog sistema možemo preformulisati tako da glasi: FIR filtar za enkripciju mora biti filtar minimalne faze, tj. njegove nule moraju biti unutar jediničnog kruga u z-ravni.

Ideja korišćenja digitalnih filtara u kriptografiji je zahvalna u pogledu fizičke realizacije enkripcije i dekripcije. Naime, ukoliko se ovi procesi ne ostvaruju softverski na istom uređaju gde se obrađuju originalni podaci, već je potrebno izraditi posebne elektronske uređaje, digitalnim filtrima se postiže izuzetna efikasnost u toj izradi. Za filtre je, kao gradivne elemente potrebno koristiti isključivo linije za kašnjenje, sabirače i množače, a struktura FIR filtara i opisanih specijalnih IIR filtara (čiji je polinom u brojiocu prenosne funkcije jednak jedinici) je jednostavna i standardizovana. Korišćenjem digitalnih filtara umesto složenih aritmetičko-logičkih jedinica, postiže se da brzina enkripcije i dekripcije ne zavisi od fizičke strukture kriptosistema, već samo od frekvencije taktnog signala i reda filtra, za koji je pokazano da nije previše veliki za potrebne dužine ključeva.

III. NAPADI NA KRIPTOSISTEM

Osnovna prednost opisanog kriptosistema jeste beskonačnost impulsnog odziva filtra za dekripciju, odnosto konačnost impulsnog odziva filtra za enkripciju. Naime, napomenuto je već da z-transformacija proizvoljnog signala i prenosna funkcija proizvoljnog FIR filtra imaju identičan matematički oblik. Kako se z-transformacija šifrata dobija kao proizvod z-transformacije originalnog signala i prenosne funkcije filtra za enkripciju, matematički je možemo, koristeći (2), predstaviti kao

$$\begin{aligned} S(z) = K_s K_F (z^{-1}-z_{s0})(z^{-1}-z_{s1})\ldots \cdot \\ \cdot (z^{-1}-z_{s(m-1)})(z^{-1}-z_{F0})\cdot \\ \cdot (z^{-1}-z_{F1})\ldots(z^{-1}-z_{F(k-1)}), \end{aligned} \tag{5}$$

gde konstanta K_s i nule z_{si}, i=0,…, m-1 potiču iz z-transformacije originalnog signala, dok konstanta K_F i nule z_{Fj}, j=0,…, k-1 potiču iz prenosne funkcije FIR filtra, pri čemu su z-transformacija i prenosna funkcija filtra predstavljene pomoću (2). Dužina ključa, odnosno red filtra je k, a dužina originalne sekvence podataka je m+1.

Iz (5) se može zaključiti da je dužina sekvence šifrata uvek konačna, što je i očekivano. Međutim, priroda filtra za dekripciju nalaže da je njen odziv na proizvoljan signal na ulazu, u opštem slučaju beskonačnog trajanja. Samo u slučaju ispravno šifriranih podataka može se na izlazu dobiti konačna originalna sekvenca, jer pri množenju $S(z)$ i $H_d(z)$ dolazi do skraćivanja odgovarajućih faktora prvog reda u imeniocu $H_d(z)$ i u $S(z)$.

Ovakav sistem omogućava lako uočavanje napada na šifrat u telekomunikacionom kanalu. Ukoliko napadač zameni jednu od vrednosti sekvence šifrata, time značajno menja nule u (5). Tada, matematički posmatrano, prilikom dekripcije ne dolazi do pomenutog skraćivanja, te je odziv filtra za dekripciju beskonačan. Ako je prijemniku poznata standardizovana dužina sekvence koju treba primiti, lako se zaključuje da je došlo do napada.

Naravno, postoji slučaj da izmenom vrednosti šifrata, napadač ne izmeni ni jednu nulu koja potiče iz prenosne funkcije filtra za enkripciju, no verovatnoća za to je izuzetno mala, i sve je manja što je red filtra za enkripciju veći od dogovorene dužine originalne sekvence. Nedostatak ovakvog principa detekcije lažnih podataka jeste u tome što, kada se oni detektuju ne postoji način da se otklone, već se mora zahtevati ponovno slanje podataka.

Na opisani način, osim napada, mogu se uočiti i nenamerne greške u prenosu. Zato ovakav kriptosistem može poslužiti i kao uređaj za testiranje bezbednosti telekomunikacionih kanala. Pomoću nekoliko poznatih testnih sekvenci može se veoma jednostavno uočiti nivo smetnji i prisusvo napadača u kanalu.

Ozbiljnija pretnja postoji kada napadač presretne šifrat u potpunosti. Tada može izračunati nule u (5), i nakon promene vrednosti neke od njih, poslati lažni šifrat. U tom slučaju verovatnoća da filtar za dekripciju ima konačan impulsni odziv uprkos napadu, ukoliko ne uzimamo u obzir konstante K_s i K_F, jednaka je:

$$P = \frac{m}{k+m} = \frac{1}{\frac{k}{m}+1}, \tag{6}$$

gde k predstavlja red filtra za enkripciju, a m+1 dužinu sekvence na ulazu filtra. Izraz (6) još jednom pokazuje da je za red filtara potrebno uzeti mnogo veću vrednost od dužine originalne sekvence kako bi izračunata verovatnoća bila što je moguće manja.

Pri napadima koji podrazumevaju poznavanje bar jednog para originalna sekvenca/šifrat, kriptosistem je bespomoćan, jer tada može doći do potpunog probijanja kriptosistema. Računanjem odgovarajućih nula u z-transformacijama šifrata i originalne sekvence može se doći do kompletnog ključa za enkripciju. Ovo jeste najveći nedostatak u principu korišćenja digitalnih filtara za enkripciju.

Može se pokazati da ovaj kriptosistem ima bolje karakteristike od algoritma duple DES enkripcije. Naime, DES algoritam se često primenjuje na već kriptovane podatke da bi se oni bolje zaštitili. Međutim, Fajstelova mreža (*Feistel network*) koja predstavlja matematičku osnovu DES algoritma je takva da postoje ključevi koji bi pri sekundarnoj enkripciji generisali originalnu sekvencu podataka. Više o ovome može se naći u [2].

Ukoliko pretpostavimo jednakost originalne sekvence i šifrata u slučaju enkripcije FIR filtrom, jedino matematičko rešenje jeste da je prenosna funkcija filtra jednaka jedinici, što fizički nije FIR filtar već kratak spoj. Stoga se zaključuje da ne postoji ključ koji pri višestrukoj enkripciji može dovesti do neželjene jednakosti.

IV. KROS-KORELACIONA ANALIZA NAPADA SA DELIMIČNO POZNATIM KLJUČEM

Radi izvođenja izvesnih zaključaka vezanih za ključ, kao i za efikasnost celokupnog kriptosistema, data je kros-korelaciona analiza napada sa delimično poznatim ključem. Posmatrajmo slučaj enkripcije FIR filtrom devetog reda, pri čemu imamo ključ dužine 10 memorijskih reči jer nije uzeta u obzir jednakost slobodnog člana prenosne funkcije filtra sa jedinicom. Iskorišćena je originalna sekvenca dužine 4 podatka. Napad je simuliran tako što je pri dekripciji korišćen filtar koji se od pravog razlikuje u tačno jednom koeficijentu polinoma u imeniocu, odnosno u jednoj od pomenutih 10 memorijskih reči ključa.

Nakon izvršene dekripcije, izračunat je kros-korelacioni koeficijent za originalnu sekvencu i sekvencu dekriptovanih podataka. Kros-korelacioni koeficijent dve sekvence ρ_{12} računamo kao

$$\rho_{12} = \frac{R_{12}[0]}{\sqrt{R_1[0] \cdot R_2[0]}}, \tag{7}$$

gde R_{12} označava kros-korelacionu funkciju za dve sekvence, a R_1 i R_2 autokorelacione funkcije za pojedinačne sekvence. Ove veličine računaju se za nulti lag faktor, odnosno za slučaj kada je vrednost nezavisne promenljive korelacione funkcije jednaka nuli.

Koristeći osobine kros-korelacione i autokorelacione funkcije date u [3], napisan je program za simulaciju u MATLAB® paketu. Sistem je simuliran pet puta, pri čemu su vrednosti originalne sekvence i koeficijenti filtra za enkripciju generisani pseudoslučajnom funkcijom. U svakoj simulaciji kros-korelacioni koeficijent je računat 10 puta, gde je za svaki slučaj jedan od koeficijenata filtra za dekripciju pogrešan, odnosno takođe slučajno generisan.

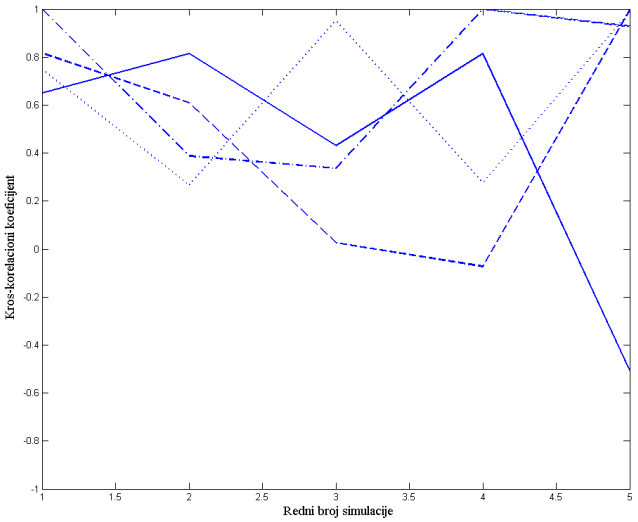
U tabeli I date su vrednosti kros-korelacionog koeficijenta, pri čemu rezultati po vrstama odgovaraju nezavisnim simulacijama. Po kolonama je data oznaka pogrešnog koeficijenta u ključu, gde je za polinom u imeniocu prenosne funkcije filtra za dekripciju uzeta notacija kao u (1). Primetimo da tabela ima samo 4 kolone, jer izračunavanja pokazuju da je vrednost kros-korelacionog koeficijenta u svakoj simulaciji za svaki pogrešan koeficijent ključa počevši od petog jednaka jedinici. Da je slobodni član prenosne funkcije filtra izjednačen sa jedinicom, simulacija bi imala smisla tek od slučaja pogrešnog koeficijenta a_1, jer bi kros-korelacioni koeficijent u koloni a_0 uvek bio jednak 1.

TABELA I
VREDNOSTI KROS-KORELACIONOG KOEFICIJENTA U 5 SIMULACIJA

	a_0	a_1	a_2	a_3
1	0.65	0.817	0.75	1.0
2	0.815	0.609	0.266	0.388
3	0.431	0.0251	0.952	0.336
4	0.815	-0.072	0.277	0.999
5	-0.507	0.997	0.988	0.927

Tabela pokazuje da vrednosti kros-korelacionog koeficijenta u velikoj meri zavise od pseudoslučajne funkcije, ali ono što je bitno je da obuhvataju puni opseg mogućih vrednosti [-1, 1]. Postojanje prilično niskih vrednosti kros-korelacionog koeficijenta pokazuje da čak i za malu grešku u ključu, dekripcija daje sekvencu prilično različitu od originalne. U cilju bolje ilustracije rezultata

prikazanih u tabeli iscrtan je grafik promene kros-korelacionog faktora kroz simulacije i dat na Sl. 1. Slučaj pogrešnog koeficijenta a_0 prikazan je punom linijom, a_1 isprekidanom, a_2 tačkastom i a_3 linijom tipa crta-tačka.



Sl. 1. Zavisnost kros-korelacionog koeficijenta od rednog broja simulacije za četiri slučaja pogrešnog koeficijenta filtra za dekripciju.

Pretpostavlja se da osim skoro celog ključa i potpune sekvence šifrata, napadač poseduje i informaciju o dužini originalne sekvence. Zato je kros-korelaciona funkcija računata sa tačno 4 prve vrednosti dekriptovane sekvence.

Činjenica da su vrednosti ρ_{12} jednake jedinici počevši od slučaja za peti pogrešan koeficijent u ključu, govori da je za dekripciju efektivno potrebno samo onoliko prvih memorijskih reči ključa kolika je dužina originalne sekvence. Jasno je da bi ove vrednosti bile manje od jedinice da se kros-korelaciona funkcija računala nad kompletnom dekriptovanom sekvencom, jer se ona u tim slučajevima sastoji od originalne sekvence na početku i dodatnih odmeraka signala na kraju. Kako bi efektivna dužina ključa bila što veća, ovakav princip enkripcije treba koristiti za zaštitu dužih sekvenci podataka, ali imajući u vidu analizu umetanja lažnih podataka u šifrat i (6), ova činjenica ne menja zahtev da red filtara bude dosta veći od dužine originalne sekvence.

V. Zaključak

U prethodnoj analizi izložen je princip upotrebe digitalnih filtara sa beskonačnim i konačnim impulsnim odzivom u enkripciji i dekripciji podataka kao i reakcije kriptosistema na neke vrste napada. S obzirom na rezultate analize, predstavljeni kriptosistem možemo po efikasnosti svrstati među prihvatljive načine zaštite podataka.

Kako bi se povećala efikasnost zaštite, dalje unapređenje sistema moglo bi se zasnivati na povezivanju sa drugim enkripcionim metodama. Dalje istraživanje može se usmeriti ka pomenutoj primeni kriptosistema u ispitivanju telekomunikacionih kanala.

Zahvalnica

Posebna zahvalnost upućena je Miljani Lj. Milić sa Katedre za elektroniku na Elektronskom fakultetu u Nišu. Njene iscrpne sugestije su bile ključne za oblikovanje ovog rada.

Literatura

[1] A. Milošević, M. Ristić, “Osnove kriptografije”, seminarski rad, Univerzitetu Singidunum, Departman za informatiku i računarstvo, http://www.singipedia.com/threads/1392-Zastita-informacionih-sistema-Osnove-kriptografije?highlight=osnove+kriptografije, 2011.

[2] R. A. Mollin, *An Introduction to Cryptography*, Boca Raton, Taylor & Francis Group, LLC, 2007.

[3] Ž. Đurović, B. Kovačević, *Signali i sistemi*, Beograd, Akademska misao, 2007.

[4] MATLAB R2010a®, http://www.mathworks.com

Osnovne studije na Politehničkom Univerzitetu u Bukureštu

Momčilo Ristović

Sadržaj - U ovom radu je opisan način studiranja na Politehnika Univerzitetu u Bukureštu (Universitatea Politehnica din Bucuresti) iz ugla studenta osnovnih studija u sklopu Euroweb programa Erasmus Mundus razmene studenata.

I. UVOD

Politehnički Univerzitet u Bukureštu (Universitatea Politehnica din Bucuresti) ili skraćeno PUB predstavlja nastariji i najveći tehnički univerzitet u Rumuniji.

Univerzitet je osnovan davne 1818. godine i smatra se jednim od temelja znanja, društva i ekonomskog razvoja zemlje.

Univerzitet je podeljen na 15 fakulteta sa osnovnim studijama podeljenim na 17 značajnih oblasti i više od 70 različitih specijalizacija u trajanju od 4 godine. Master studije traju 2 godine i imaju 170 različitih specijalizacija, dok doktorske studije u 14 različitih oblasti traju 3 godine.

PUB je podeljen na sledećih 15 fakulteta:

- Faculty of Electrical Engineering
- Faculty of Power Engineering
- Faculty of Automatic Control and Computer Science
- Faculty of Electronics, Telecommunacations and Informational Technology
- Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics
- Faculty of Engineering and Management of Technological Systems
- Faculty of Biotechnical Systems Engineering
- Faculty of Transport
- Faculty of Aerospace Engineering
- Faculty of Material Science and Engineering
- Faculty of Applied Chemistry and Material Science
- Faculty of Engineering in Foreing Languages
- Faculty of Applied Sciences
- Faculty of Medical Engineering
- Faculty of Entrepreuneurship, Business Engineering and Management.

Svoje studije sam proveo na Fakultetu inžinjerstva na stranim jezicima (Facultatea de Inginerie in Limbi Straine) gde se nastava izvodi na tri strana jezika: engleskom, francuskom i nemačkom. Cilj fakulteta je da stvori visoko edukovane inžinjere sa ciljem da što lakše uposle u sve više prisunim stranim kompanijama na domaćem tržištu kao i da ostvari što bolju saradnju sa stranim fakultetima kroz razmenu studenata i organizovanje raznih seminara i konferencija.

Momčilo Ristović je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: momcilo.ristovic@gmail.com

Sam fakultet je podeljen na sedam različitih katedri:

- Applied Electronics (in English, French and German)
- Information Technology (in English and French)
- Mechanical Enginering (in English, French and German)
- Chemical Engineering (in English and French)
- Economic Engineering in the Electrical Domain (in German)
- Economic Engineering in the Mechanical Domain (in German)
- Material Science (in English and French)

Više informacija o samom Univerzitetu, svakom fakultetu posebno kao i katedri možete naći na [1].

II. PRIPREME ZA STUDIJE

Možda i najbitnija stvar za same studije u inostranstvu se odvija na našem fakultetu mnogo pre samog odlaska. Najbitniji dokument koji će uveliko odrediti uspešnost samih studija se naziva “Ugovor o učenju” ili “Learning Agreement”. Ovaj dokument unapred određuje kurseve koje će student slušati i polagati na univerzitetu u inostranstvu. U njemu je takođe definisan broj ESP bodova koji svaki ispit nosi i čiji zbir mora biti ekvivalentan broju bodova koji nosi školska godina na našem fakultetu na koju je upisan student. Ovaj dokument mora biti popunjen uz stručno savetovanje sa profesorima sa našeg fakulteta i na kraju mora biti odobren od strane šefa katedre. Na ovaj način se student štiti od raznih neprijatnosti koje može da doživi po povratku iz inostranstva, jer priznavanje ispita često traje predugo i obično se završava na štetu studenata.

Pre samog čina polaska potrebno je ispuniti još dosta administrativnih zahteva koji su neophodni za nesmetano studiranje u Evropskoj uniji. Najvažniji dokument sa administrativne tačke gledišta je svakako viza za zemlju u kojoj će se obavljati studije. Neophodna dokumentacija za izdavanje vize često varira u zavisnosti od zemlje za koju se prijavljujete tako da je najbolje konsultovati konzulat te

zemlje kako bi dobili tačne informacije. Dokumenti neophodni za izdavanje vize uključuju potvrde kako sa univerziteta na kome ćete studirati tako i iz Ministarstva obrazovanja i prosvete zemlje u kojoj se obavljaju studije. Ceo ovaj administrativni postupak se vrši u cilju izdavanja boravišne dozvole kao krunskog dokumenta koji će vam omogućiti nesmetan boravak i kretanje u zemljama Evropske unije.

III. Studenski život u kampusu

Kampus se nalazi u distriktu 6 na oko 5 km od centra Bukurešta. Odlično je povezan metroom sa ostatkom grada sa čak tri stanice u neposrednoj blizini.

Sam kampus je podeljen na tri velika dela: Regie, Grozavesti i Leul, koja se nalaze blizu univerzitetskog kruga, od kojih se svaki sastoji od blokova studenskih domova koji bukvalno predstavljaju grad u gradu. Ovi domovi su mahom na četiri ili pet spratova, sa jednim dugačkim hodnikom sa čijih strana se nalaze sobe. Unutar ovih kompleksa se nalazi sve neophodno za život studenata, pregršt hiper marketa, prodavnica, restorana, klubova, kopirnica kao i sportskih terena za različite vrste sportova. Svi strani studenti su smešteni u "dormu" P19 u sklopu kompleksa Regie u čijoj neposrednoj blizini se nalazi studentska menza.

Koncept menze se dosta razlikuje od onog koji se nalazi kod nas, jer ovde nije neophodna nikakva registracija niti "vadjenje" kartice za menzu već je sve po principu švedskog stola, hrana odabrana za obrok se plati na kasi po veoma povoljnim cenama.

Kao i kod nas ceo kampus je povezan na univerzitetsku mrežu i svaka soba dobija po jednu LAN konekciju. Brzina interneta je odlična i pri punom opterećenju dok pri nekim retkim situacijama, kao što su nacionalni praznici kada je kampus mahom prazan brzina postaje fascinantna što i ne treba da čudi jer Rumunija trenutno ima najveću prosečnu brzinu interneta na svetu sa 55.7 Mbps.

Ono što čini studentski kompleks Regie jedinstvenim je da se u sklopu kompleksa nalazi jedan on najstarijih fudbalskih klubova u Rumuniji "Sportul Studentesc" sa stadionom od 10,000 sedećih mesta i nizom pomoćnih terena. Klub je u vlasništvu Ministarstva prosvete koje je omogućilo studentima da uz minimalnu nadoknadu i studentsku identifikaciju koriste infrastrukturu kluba, koja uključuje pomoćne terene i atletske staze.

Zbog veličine kampusa i univerzitetskog kruga se dešava da do fakulteta na kome se drže predavanja kojima treba da prisustvujete vam je neophodno da prepešačite i po pola sata, zato je univerzitet omogućio studentima da uz indeks besplatno iznajme biciklu koju će vratiti nakon predavanja. Ovo je vrlo korisno i elegantno rešenje kojim se služi sve veći broj studenata.

IV. Studije

Školska godina je skoro identična kao i kod nas i počinje 1. oktobra, podeljena je u dva semestra sa po 14 sedmica predavanja i dvonedeljnog intenzivnog ispitnog perioda u januaru i junu.

Kursevi su organizovani kao i kod nas uz obavezno prisustvo predavanjima, računskim i laboratorijskim vežbama. Predavanja se uglavnom održavaju u amfiteatrima uz neizbežno korišćenje prezentacija i projektora, dok se računske vežbe izvoje u manjim grupama u učionicama kako bi se intenzivnije radilo sa svakim studentom pojedinačno. Gotovo svaka laboratorija je skoro renovirana ili praktično nova, sa novim računarima, lap topovima i mernim uređajima. Fondovi Evropske unije se pametno koriste za poboljšanje izvođenja nastave i usavršavanje kadrova.

Dosta se insistira na praktičnom radu u toku kurseva tako da su projektni zadaci vrlo česti i dosta raznoliki. Zavisno od kursa i zauzetosti laboratorije, profesori često ostavljaju slobodne termine u kojima se može slobodno raditi na projektima i koristiti sva dostupna oprema u laboratoriji.

Tokom studija na odseku za primenjenu elektroniku sam stekao utisak da se više nego kod nas insistira na radu sa mikrokontrolerima i programiranjem istih. Na predavanjima se radi na arhitekturi i osnovnim karakteristikama mikrokontrolera dok se na vežbama radi na rešavanju konkretnih problema. Projekti se uglavnom baziraju na PIC mikrokontrolerima dok se za programiranje koriste "C-like" okruženja. Smatram da je rad na ovakvim projektima od izuzetne važnosti za razvoj jednog inženjera i mislim da nedovoljno prisustvo istih kod nas predstavlja ozbiljan problem koji je neophodno rešiti.

Svaki student PUB-a ima pristup kompletnom inventaru novosagrađene biblioteke (slika 1.) koja se nalazi u centralnom delu Univerzitetskog kruga. Čitaonice su klimatizovane, opremljene računarima i naravno bežičnim internetom.



Slika 1. Novosagrađena zgrada biblioteke na PUB-u

Administracija na univerzitetu se dosta razlikuje od ustaljene prakse kod nas, ispiti se ne prijavljuju, godine se ne upisiju, semestri se ne overavaju. Uostalom možda i najočiglednija razlika je u tome da indeks možeš ali i ne

moraš da imaš, uglavnom se koristi kao identifikacija za korišćenje raznih vrsta popusta za studente. Cela administracija u okviru jednog kursa se svodi na vođenje "kataloga" od strane profesora, u njemu se vodi evidencija o prisustvu i predispitnim obavezama. Na kraju svakog kursa profesor obavesti studente ko je od njih stekao pravo da polaže ispit a ko će morati opet da ga sluša sledeće godine. Kada se ispit završi ocene se upisuju u katalog i prosleđuju administraciji.

Zgrada rektorata PUB-a (slika 2.) predstavlja administrativni centar Univerziteta. Ova impozanta građevina je simbol akademskog Bukurešta i ponos je kako zaposlenih tako i studenata.



Slika 2. Zgrada rektorata PUB-a.

V. POLAGANJE ISPITA

Školovanje je i dalje u procesu prilagođavanja "Bolonji" tako da se dosta vodi računa o bodovanju prisustva, aktivnosti na času, seminarskih radova i projekata. Kolokvijumi se održavaju u toku osme nedelje u semestru i imaju veoma veliku ulogu u formiranju konačne ocene.

Možda i najveća razlika je u sistemu ocenjivanja, iako se on kreće na skali do 10 kao kod nas, najniža prolazna ocena je 5. Uslov za napredovanje u sledeću godinu studija je minimum od 30 ESP bodova skupljenih u toku školske godine. Koliko je ovo samo naizgled "lakše" nego kod nas govori sistem za prenošenje ispita u sledeću godinu koji je takav da bi se neki zaostali ispit položio moraju se opet odraditi računske i laboratorijske vežbe u toku naredne školske godine. Tako da se prenošenje ispita i ne isplati jer dolazi do neverovatnog gomilanja obaveza između ispita sa viših i nižih godina. Ispiti se mogu polagati u tri ispitna roka: januara, juna i septembra.

Samo polaganje ispita je uglavnom isto kao i kod nas, pisanim ili usmenim putem, nekad i kombinacijom ova dva. Jedina razlika sa kojom sam se susreo pri polaganju ispita je tzv. "Openbook" ispit, pri čemu se ispit svodi na rešavanje nekih problema uz upotrebu kompletne literature sa predavanja i vežbi u kojima će rezultat pokazati razumevanje i kontrolu nad gradivom više nego napamet naučeno gradivo.

VI. ZAKLJUČAK

Politehnički Univerzitet u Bukureštu svojom neprekidnom težnjom za omogućavanjem boljih uslova svojim studentima, investicijama u infrastrukturu i kadrove definitivno predstavlja pozitivan primer u regionu kako se pod vrlo nepovoljnim okolnostima može napraviti povoljna sredina za stvaranje budućih inžinjera.

LITERATURA

[1] Sajt Univerziteta. Dostupno na: http://www.upb.ro/en/

Optimizacija i skaliranje energije 3D struktura samoorganizovanih magnetnih čestica

Miljan Dašić

Sadržaj - U ovom radu proučavane su 3D strukture formirane samoorganizacijom magnetnih čestica, u geometrijski ograničenoj sredini. U prvom delu rada prikazan je način formiranja struktura i optimizacija orijentacije magnetnih dipolnih momenata čestica. Analizirana su dva tipa struktura, konačne i beskonačne periodične strukture. U skladu sa tim, implementirana su dva metoda za proračun energije dipol-dipolnih interakcija između čestica strukture, direktni i Leknerov metod. Jedan od glavnih ciljeva ovog rada jeste određivanje energetski najpovoljnijih struktura, te je urađeno poređenje struktura po energiji. Problematika ovog rada pripada domenu statističke fizike, u kojoj je skaliranje jedan od bitnijih problema, tako da je ispitano skaliranje energije datih struktura.

I. UVOD

Samoorganizacija magnetnih čestica je atraktivna istraživačka tema u kojoj se istražuje kako neuređeni skup magnetnih čestica može da formira uređenu strukturu u okviru geometrijski ograničene sredine. Interakcija koja postoji između svakog para magnetnih čestica jeste magnetska dipol-dipolna interakcija [1]. Primene struktura formiranih od magnetnih čestica su brojne. Izdvajaju se primene u nanoelektronici, nanomedicini i biotehnološkim dispciplinama. Na primer, u nanotehnologiji, mešavine samoorganizovanih magnetnih nanočestica mogu dovesti do formiranja veoma jakih magneta [2,3]. Interakcija između magnetnih planarnih slojeva može dovesti do trodimenzionalnih (3D) struktura sa velikim potencijalom za primenu u mikrofabrikaciji 3D elektronskih naprava [4]. Detaljno su ispitana osnovna stanja mikrostruktura u ferofluidnim monoslojevima, gde se upravo magnetna dipol-dipolna interakcija uzima kao osnovna interakcija [5]. U radu [6] ispitivane su strukture najniže energije (osnovno stanje) formirane od magnetnih čestica, bez prisustva spoljašnjeg magnetnog polja. Uzima se u obzir samo dipol-dipolna interakcija između svakog para čestica. Pokazano je da je za mali broj čestica ($N < 4$) osnovno stanje lanac. Za srednji broj čestica ($3 < N < 14$), lanac se zatvara u prsten. Na kraju, za dovoljno veliki broj čestica ($N > 13$) osnovno stanje nastaje slaganjem prstenova. Jasno se uočava prelaz između tri tipa struktura sa porastom broja čestica N, pri čemu je lanac jednodimenzionalna (1D) struktura, prsten 2D, a naslagani prstenovi 3D strukture. Predmet rada je ispitivanje 3D struktura osnovnog stanja samoorganizovanih magnetnih čestica. Prvo će se detaljno ispitati magnetna dipol-dipolna interakcija radi boljeg razumevanja samoorganizacije magnetnih čestica koje interaguju ovom interakcijom. Prema tome, posmatraće se dve magnetne čestice koje interaguju ovom interakcijom i nalaze se na zadatom rastojanju koje je fiksirano, ali se međusobna orijentacija dipolnih momenata može menjati. Postoje tri specifična načina slaganja prstenova (AA/AB/AC slaganje), te razmatramo AA, AB i AC tube. Tube su definisane poluprečnikom prstena ili brojem čestica (postoji relacija koja jednoznačno povezuje ova dva parametra). Geometrijsko ograničenje iz naslova rada znači da su strukture konfinirane unutar određenog poluprečnika.

Cilj je napraviti određenu strukturu i proračunati njenu energiju usled magnetnih dipol-dipolnih interakcija svakog para čestica te strukture. Pravljenje strukture znači da treba svakoj čestici dodeliti koordinate položaja i komponente magnetnog dipolnog momenta u Dekartovom koordinatnom sistemu. U radu koji nam služi kao polazna osnova pokazano je da prsten ima minimalnu energiju kada su dipolni momenti čestica orijentisani tako da prave zatvorenu petlju [6]. Time se minimizuje ukupni vektor magnetizacije strukture i postiže minimalna energija. Naša hipoteza je da i 3D strukture imaju minimalnu energiju za istu orijentaciju magnetnih momenata čestica. Prvo će biti potvrđena ova hipoteza, a potom će biti pravljene strukture sa takvim optimizovanim komponentama dipolnog momenta. Za strukture sa optimalnom orijentacijom dipolnih momenata izračunata je zavisnost energije od dimenzija (poluprečnika) i ispitano je skaliranje.

II. MAGNETNA DIPOL-DIPOLNA INTERAKCIJA

Interakcija kojom se modeluje samoorganizovanje magnetnih sfernih čestica jeste magnetna dipol-dipolna interakcija. Postoji između dve čestice magnetnih momenata **m1** i **m2**. Potencijalna energija te interakcije ima sledeći oblik:

$$U_{dd}(\vec{r}_{12}) = C\left[\frac{(\vec{m}_1 \cdot \vec{m}_2)}{r^3} - 3\frac{(\vec{m}_1 \cdot \vec{r}_{12})(\vec{m}_2 \cdot \vec{r}_{12})}{r^5}\right] \quad (1)$$

U gornjoj jednačini, konstanta C iznosi:

$$C = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\left[\frac{H}{m}\right] \quad (2)$$

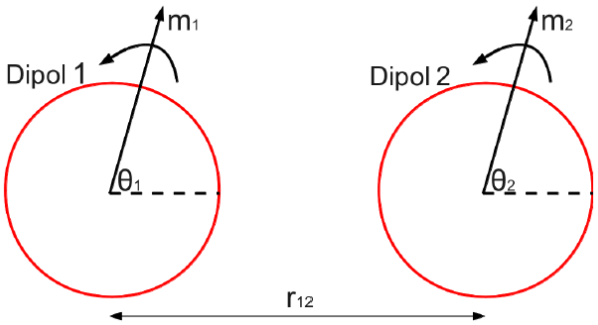
dok je vektor međusobnog položaja koji spaja posmatrane dve magnetne čestice, $\mathbf{r_{12}} = \mathbf{r_1} - \mathbf{r_2}$. Rastojanje između

M. Dašić je pri Laboratoriji za primenu računara u nauci, Institut za fiziku, Univerzitet u Beogradu, Pregrevica 118, 11080 Beograd, Srbija, E-mail: miljan.dasic@scl.rs

čestica je moduo ovog vektora i obeležava se sa r. Može se pojednostaviti potencijal dipol-dipolne interakcije izvođenjem za slučaj da se magnetni momenti nalaze u istoj ravni. Tada svaki od njih ima dve komponente, jednu normalnu na pravac vektora $\mathbf{r_{12}}$, $\mathbf{m_n}$ i jednu paralelnu njemu, $\mathbf{m_p}$. Za potencijalnu energiju dobija se:

$$U_{dd} = C\frac{\left(m_{1n}m_{2n} + m_{1p}m_{2p}\right)}{r^3} - 3\frac{m_{1p}m_{2p}r^2}{r^5}$$
$$\Rightarrow U_{dd} = C\frac{m_{1n}m_{2n} - 2m_{1p}m_{2p}}{r^3} \quad (3)$$

Na sledećoj slici data je skica sistema dva dipola koje analiziramo.



Sl. 1. Skica sistema dva dipola koji interaguju magnetnom dipol-dipolnom interakcijom

Izveden je potencijal dipol-dipolne interakcije za slučaj da su magnetni momenti u ravni. Normalizacijom vrednosti promenljivih u tom izrazu dobija se:

$$C = 1, \left|\vec{m}_1\right| = \left|\vec{m}_2\right| = 1, \vec{r}_1 = [000], \vec{r}_2 = [010] \quad (4)$$

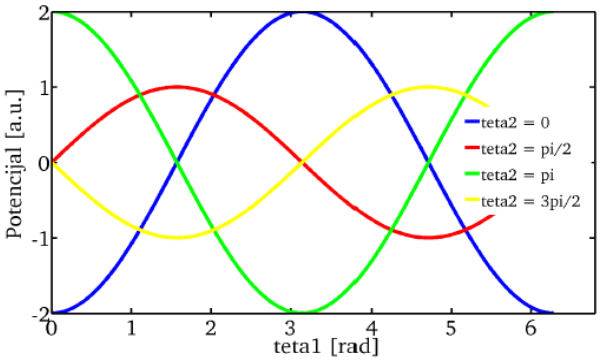
Vektori $\mathbf{m_1}$ i $\mathbf{m_2}$ zaklapaju uglove θ_1 i θ_2 sa pravcem vektora $\mathbf{r_{12}}$. Može se zapisati:

$$m_p = m\cos\theta$$
$$m_n = m\sin\theta \quad (5)$$

tako da izraz za potencijal interakcije postaje:

$$U_{dd} = C\frac{m_1m_2\sin\theta_1\sin\theta_2 - 2m_1m_2\cos\theta_1\cos\theta_2}{r^3} \quad (6)$$

Ispitajmo kako potencijal zavisi od međusobne orijentacije magnetnih momenata čestica. Ugao θ_1 je ugao po kome se skenira u 1000 tačaka na celom opsegu, [0, 2π] a ugao θ_2 uzima određene vrednosti, iz skupa [0, π/2, π, 3π/2]. Na Sl. 2 prikazan je potencijal dipol-dipolne interakcije dva dipola zavisno od njihove međusobne orijentacije. Energija je minimalna za slučaj da su dipolni momenti orijentisani u istom pravcu i smeru i to paralelno sa vektorom $\mathbf{r_{12}}$. Energija je maksimalna kada su dipolni momenti orijentisani paralelno sa vektorom $\mathbf{r_{12}}$, ali sa suprotnim smerovima. Analogno važi i za pravac normalan na pravac vektora $\mathbf{r_{12}}$, samo su apsolutne vrednosti energije manje.



Sl. 2. Potencijal dipol-dipolne interakcije sistema dva dipola u zavisnosti od međusobne orijentacije dipola

III. METODI RAČUNANJA ENERGIJE STRUKTURA

U ovom poglavlju izlažu se metode za proračun energije struktura. Pre svega, jasno se izdvajaju dva tipa struktura, a to su konačne i beskonačne periodične. Kod konačne strukture se energija sračuna jednostavnim sumiranjem dipol-dipolne interakcije svakog para čestica, a za proračun energije beskonačnih periodičnih struktura koristi se Leknerov metod. Neka interaguju i-ta i j-ta čestica. Izraz za potencijal njihove interakcije jeste:

$$U_{dd}\left(\vec{r}_{ij}\right) = C\left[\frac{\left(\vec{m}_i\cdot\vec{m}_j\right)}{r^3} - 3\frac{\left(\vec{m}_i\cdot\vec{r}_{ij}\right)\left(\vec{m}_j\cdot\vec{r}_{ij}\right)}{r^5}\right] \quad (7)$$

Napisana je funkcija koja računa potencijal interakcije para čestica. Bitno je napomenuti da se energija izražava po čestici. To znači da se sumira potencijal interakcije svakog para čestica, pa se ta vrednost podeli sa brojem čestica, a time se dobija srednja vrednost energije po čestici. Ovo se mora uraditi da bi se strukture mogle porediti po ovako sračunatoj energiji. Ako se ne bi računala energija po čestici, onda se ne bi mogle porediti strukture sa različitim brojem čestica. Prethodno predstavljeni metod proračuna energije je referentan zato što primenjuje direktno sumiranje dipol-dipolnih interakcija.

U Leknerovom metodu ukupna energija strukture data je kao zbir sopstvene (Eself) i unakrsne (Ecross) energije. Sopstvena i unakrsna energija računaju se u okviru osnovne ćelije date strukture, pri čemu je N ukupan broj čestica

osnovne ćelije. Sopstvena energija računa se na sledeći način [7]:

$$E_{self} = \frac{1}{L_z^3} \frac{\sum_{i=1}^{N} \left(1 - 3m_{z_i}^2 \zeta(3)\right)}{N} \tag{8}$$

Unakrsna energija računa se na sledeći način [7]:

$$E_{cross} = \frac{\sum_{i \neq j} U_{cross}\left(\vec{r}_i, \vec{r}_j, \vec{m}_i, \vec{m}_j, L_z\right)}{N} \tag{9}$$

U gornjem izrazu je sa:

$$U_{cross}\left(\vec{r}_i, \vec{r}_j, \vec{m}_i, \vec{m}_j, L_z\right) \tag{10}$$

označena funkcija koja računa unakrsnu energiju dipol-dipolne interakcije proizvoljnog para čestica strukture i predstavlja unakrsni potencijal. Nakon uvođenja određenih veličina dobija se kompaktan zapis izraza koji određuju unakrsni potencijal. Unakrsni potencijal definisan je kao zbir četiri sume. U tim sumama figuriše modifikovana Beselova funkcija druge vrste, nultog i prvog reda, označena sa K_0 i K_1, respektivno.

$$S_1 = \frac{-8\pi}{L_z^2}\left[\frac{2\left(\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{\rho}\right)\left(\vec{m}_{\rho j}\cdot\vec{\rho}\right)}{\rho^3} - \frac{\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{m}_{\rho j}}{\rho}\right]\times$$

$$\times \sum_{k=1}^{+\infty} k\cos\left(k\eta_z\right)K_1\left(k\eta_\rho\right)$$

$$S_2 = \frac{-16\pi^2}{L_z^3}\left[\frac{\left(\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{\rho}\right)\left(\vec{m}_{\rho j}\cdot\vec{\rho}\right)}{\rho^2} - m_{z_i}m_{z_j}\right]\times$$

$$\times \sum_{k=1}^{+\infty} k^2\cos\left(k\eta_z\right)K_0\left(k\eta_\rho\right)$$

$$S_3 = \frac{2}{L_z}\left[\frac{2\left(\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{\rho}\right)\left(\vec{m}_{\rho j}\cdot\vec{\rho}\right)}{\rho^4} - \frac{\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{m}_{\rho_j}}{\rho^2}\right]$$

$$S_4 = \frac{-16\pi^2}{L_z^3}\frac{\left(\vec{m}_{\rho_i}\cdot\vec{\rho}\right)m_{z_i} + \left(\vec{m}_{\rho j}\cdot\vec{\rho}\right)m_{z_j}}{\rho}\times$$

$$\times \sum_{k=1}^{k=+\infty} k^2\sin\left(k\eta_z\right)K_1\left(k\eta_\rho\right) \tag{11}$$

$$U_{cross}\left(\vec{r}_i, \vec{r}_j, \vec{m}_i, \vec{m}_j, L_z\right) = \sum_{i=1}^{4} S_i \tag{12}$$

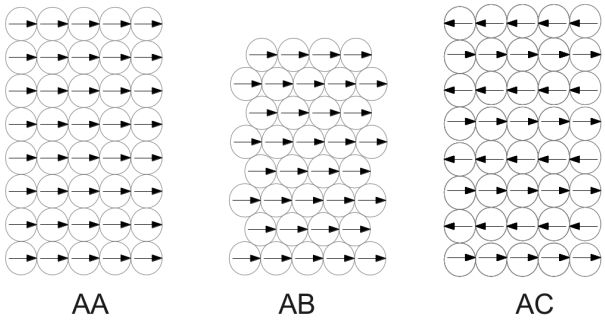
Dakle, ukratko su izloženi metodi proračuna energije. Cilj ovog rada jeste geometrijsko formiranje i proračun energije optimizovanih struktura, odnosno struktura sa minimalnom mogućom energijom pri datom geometrijskom ograničenju. Pošto orijentacija magnetnih dipolnih momenata diktira vrednost potencijala dipol-dipolne interakcije (Jedn. 7), minimizacija energije znači traženje optimalne orijentacije magnentih dipolnih momenata.

IV. Optimizacija orijentacije magnetnih dipolnih momenata struktura

Kao što je istaknuto u uvodu, razmatramo 3D strukture formirane samoorganizacijom magnetnih čestica. To su tube nastale slaganjem prstenova. U radu koji nam služi kao polazna osnova [6], pokazano je da prsten ima minimalnu energiju kada su dipoli svake od čestica orijentisani tako da prave zatvorenu petlju. Naša pretpostavka je da i 3D strukture imaju minimalnu energiju za istu orijentaciju magnentih momenata čestica (magnetni momenti se nadovezuju i imaju pravac tangencijalan na konturu structure). Napravljena je struktura sa dipolnim momentima koji su orijentisani po pretpostavci optimalne orijentacije. Zamislimo da je vektor dipolnog momenta smešten u sferni koordinatni sistem. Uvedene su popravke ovog vektora po ugaonim koordinatama sfernog koordinatnog sistema (ugao θ i φ). Te popravke su uzimale vrednosti iz punog opsega, $\theta = [0, +\pi]$ i $\varphi = [-\pi, +\pi]$. Za svaku od vrednosti popravke sračunata je energija strukture. Pokazano je da je energija najmanja kada su vrednosti popravki zanemarljive. To praktično znači da optimalna konfiguracija (konfiguracija najmanje energije) odgovara pretpostavljenoj. Dipolni momenti su tangencijalni na konturu strukture i nadovezuju se. Uvedimo termin za ovakvu orijentaciju dipola - *optimalna orijentacija*. Provera je konkretno urađena primenom funkcije za optimizaciju u MATLAB-u (funkcija fmincon koja nalazi minimum nelinearne funkcije više promenljivih pod zadatim ograničenjima) [8].

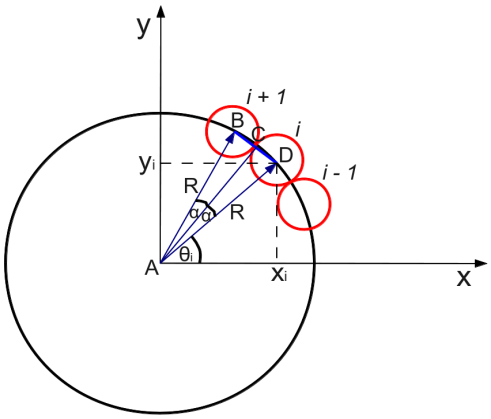
V. Formiranje struktura

Nakon potvrde o tome kako treba orijentisati dipolne momente, prešlo se na pravljenje struktura. Jednu konkretnu konfiguraciju tube određuje geometrijski raspored čestica i orijentacija njihovog dipolnog momenta. Dakle, postoji veliki broj različitih konfiguracija tube. Uzete su tri karakteristične konfiguracije koje predstavljaju specijalne slučajeve. Na osnovu kristalografske terminologije, gde postoje nazivi za određeno slaganje molekula, uzeti su nazivi AA, AC i AB tuba. Na Sl. 3 prikazana je šema ove tri tube.



Sl. 3. Skica tri tipa tuba – AA, AB i AC tuba

Pri računanju energije beskonačne periodične strukture Leknerovim metodom potrebno je pravilno odrediti osnovnu ćeliju. Osnovna ćelija predstavlja deo strukture koji se periodično ponavlja duž pravca narastanja. Kod AA tube prstenovi se slažu jedan preko drugog, tako da su čestice pozicionirane jedna iznad druge. Njena osnovna ćelija je jedan prsten sa optimalnom orijentacijom dipolnih momenata. U AB tubi je situacija malo komplikovanija. Naime, osnovnu ćeliju čine dva prstena. Između svake dve čestice donjeg prstena ugnježđena je po jedna čestica gornjeg prstena. Dipoli su takođe optimalno orijentisani. AC tuba geometrijski je ista kao AA tuba, samo što su dipoli u svakom drugom prstenu orijentisani suprotno od dipola iz njemu prethodnog, tačnije dolazi do alterniranja orijentacije dipola. Oni su tangencijalni u odnosu na konturu strukture, ali u svakom neparnom prstenu usmereni su na jednu stranu, a u svakom parnom prstenu na suprotnu stranu. Kod AC tuba, osnovna ćelija je sačinjena od jednog takvog para prstenova. Manipulacijom milimetarskih magnetnih čestica i slaganjem u ove tri konfiguracije tuba, stekla se inicijalna pretpostavka o njihovoj energetskoj povoljnosti. Pretpostavka je da je AB struktura najmanje energije i zato je nazvana *stabilna konfiguracija*. AA tuba je najnepovoljnija, međutim ima orijentaciju identičnu AB tubi i geometrijskom modifikacijom se lako prevodi u AB tubu, zato je *nestabilna konfiguracija*. Za AC tubu je očekivano da je između ova dva ekstrema, da bi se prevela u AB tubu (stabilno stanje) potrebna je i mala geometrijska modifikacija, ali i promena orijentacije svakog drugog prstena, pa je nazvana *metastabilna konfiguracija*. Radi normalizacije fizičkog sistema koji razmatramo, uvedene su dimenziona i energetska skala. Po dimenzionoj skali, prečnik svake od čestica jeste d = 1. Rastojanje između dve čestice računa se od centra do centra, pa je tako rastojanje između dve čestice koje su u čeonom kontaktu jednako jedinici. Sa druge strane, veoma je praktično uvesti i energetsku skalu, tako da se energija ne izražava u džulima ili elektronvoltima nego kao [a. u.]. Energetska skala definisana je preko odbojnog potencijala za dva paralelna dipola u čeonom kontaktu. Takođe, vrednosti dipolnog momenta su normalizovane tako da je moduo vektora dipolnog momenta jednak jedinici. Sada ćemo objasniti formiranje geometrije struktura. Za sve tri vrste tuba osnova je prsten formiran od magnetnih čestica. Na Sl. 4 data je šema geometrijske postavke na osnovu koje je izvedena relacija koja povezuje poluprečnik prstena i broj čestica.



Sl. 4. Skica osnovnog prstena kod tuba

Uzmimo da prsten formira N čestica koje se dodiruju. Ugaoni razmak dve uzastopne čestice iznosi:

$$\Delta\theta = \frac{2\pi}{N} \tag{13}$$

Za proizvoljnu i-tu česticu definisan je njen ugaoni položaj meren u odnosu na pozitivnu x-poluosu:

$$\theta_i = i\frac{2\pi}{N} \tag{14}$$

Posmatrajmo pravougli trougao ABC sa Sl. 4. Kako je rastojanje između čestica jednako jedan, to je dužina BC = 1/2. Važe relacije:

$$\sin\alpha = \frac{1}{2R}$$
$$2\alpha = 2\frac{\pi}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{N} \tag{15}$$

Dakle, relacija između poluprečnika prstena i broja čestica jeste:

$$R = \frac{1}{2\sin(\pi/N)} \tag{16}$$

Sa Sl. 4 se jasno vidi kako se mogu odrediti x i y koordinata proizvoljne čestice.

A. Formiranje AA tuba

Osnovna ćelija je prsten sa česticama optimalne orijentacije dipola. Sledeći skup jednačina definiše koordinate čestica, i = 1,N.

$$x_i = \frac{1}{2\sin(\pi/N)}\cos\left(i\frac{2\pi}{N}\right)$$
$$y_i = \frac{1}{2\sin(\pi/N)}\sin\left(i\frac{2\pi}{N}\right) \quad (17)$$
$$z_i = 0$$

Dipolni momenti definisani su na sledeći način, i = 1,N.

$$\mu_{x_i} = \cos\left(i\frac{2\pi}{N}+\frac{\pi}{2}\right)$$
$$\mu_{y_i} = \sin\left(i\frac{2\pi}{N}+\frac{\pi}{2}\right) \quad (18)$$
$$\mu_{z_i} = 0$$

Perioda duž z-ose koja se koristi u Leknerovom metodu je Lz i u ovom slučaju iznosi Lz = 1.

B. Formiranje AB tuba

Osnovna ćelija je par prstenova sa česticama optimalne orijentacije dipola. Ovde postoje dva skupa jednačina, jedan je skup jednačina za donji i drugi za gornji prsten. Za donji prsten koordinate čestica su definisane na isti način kao i kod AA tuba. Javio se problem određivanja z-koordinate čestica u gornjem prstenu, koji je rešen na sledeći način. Posmatrajmo dve proizvoljne čestice iz donjeg prstena (čestice A i B) i jednu česticu iz gornjeg prstena (čestica C) koja je ugnježdena između njih dve.
Kako je rastojanje AC = BC = 1, to se iz tog uslova može odrediti za koliko su pomerene čestice iz gornjeg prstena u odnosu na čestice iz donjeg prstena, duž z-pravca:

$$\Delta z = \sqrt{1-(x_A-x_C)^2-(y_A-y_C)^2} \quad (19)$$

Za gornji prsten koordinate čestica su definisane na sledeći način:

$$x_i = \frac{1}{2\sin(\pi/N)}\cos\left(i\frac{2\pi}{N}+\frac{\pi}{N}\right)$$
$$y_i = \frac{1}{2\sin(\pi/N)}\sin\left(i\frac{2\pi}{N}+\frac{\pi}{N}\right) \quad (20)$$
$$z_i = \Delta z$$

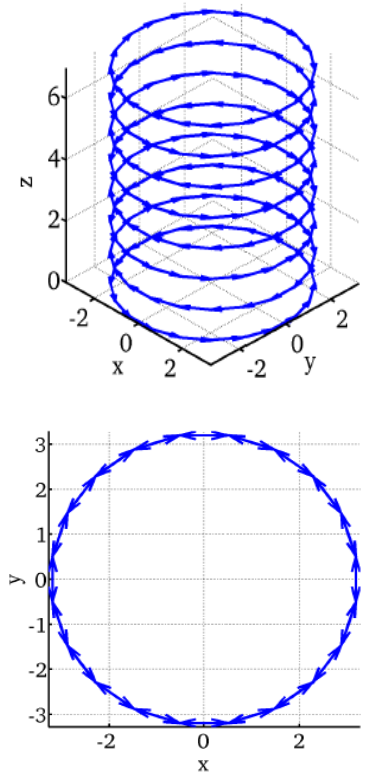
Za AB tubu važi Lz = 2 Δz.

C. Formiranje AC tuba

Osnovna ćelija sadrži dva prstena gde su čestice jedna iznad druge, ali dipolni momenti alterniraju. Odredimo periodu duž z-ose: kako osnovna ćelija ima dva prstena, to važi Lz = 2.

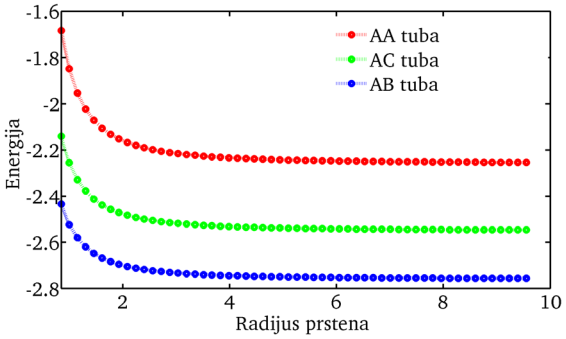
VI. Rezultati proračuna geometrije i energije struktura

Na Sl. 5 prikazana je geometrija jednog tipa tuba (AC tube) dobijena proračunima u MATLAB-u. Pokazano je kako data struktura izgleda gledano sa strane i u projekciji na xy-ravan. Napravljene su slične skice i za druga dva tipa tuba.



Sl. 5. AC tuba u perspektivi gledano sa strane i njena projekcija na *xy* ravan

Na Sl. 6 prikazana je zavisnost energije beskonačnih periodičnih tuba od poluprečnika. Kao što je i očekivano, najmanju energiju na datom poluprečniku (pri datom geometrijskom ograničenju) ima AB tuba, najveću ima AA tuba, dok je energija AC tube između ova dva ekstrema.



Sl. 6. Zavisnost energije AA, AC i AB tuba od radijusa prstena

VII. Skaliranje energije struktura

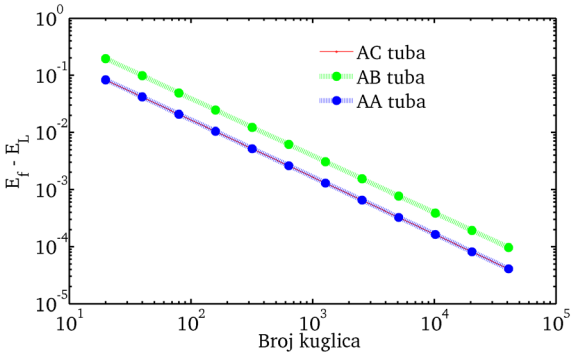
Čest problem statističke fizike i fizike kompleksnih sistema jeste skaliranje. Skaliranje pokazuje kako se osobine sistema menjaju povećavanjem njegove veličine i složenosti. U konkretnom slučaju tuba, zadatak je ispitati kako se energija ovih struktura skalira sa povećavanjem broja čestica. Da li se povećavanjem konačne strukture može u beskonačnosti postići energija sračunata za beskonačnu periodičnu strukturu? Ukoliko se ispostavi da je to moguće, implementirani Leknerov metod je ispravan. Potrebno je da se razlika između energije konačne i beskonačne strukture smanjuje, ali tako da energija konačne strukture konvergira sa gornje strane, odnosno da se data razlika sve više i više smanjuje, dok sa gornje strane ne iskonvergira ka energiji beskonačne strukture. Za naš sistem očekivano je da skaliranje bude opisano sledećim zakonom [8]:

$$\left(E_f - E_L\right) \propto E_0 \times N^{-\alpha} \qquad (21)$$

Kada se gornja jednakost logaritmuje dobija se:

$$\log\left(E_f - E_L\right) \propto -\alpha \log N + \log E_0 \qquad (22)$$

Prema tome, ako se razlika energija Ef - EL i broj čestica konačne strukture N logaritmuju i prikažu kao y i x osa respektivno, dobiće se linearno opadajuća zavisnost. Na sledećoj slici prikazano je kako se smanjuje razlika između energije konačne strukture i energije beskonačne, sa povećavanjem broja čestica u konačnoj strukturi.



Sl. 7. Skaliranje energije AA, AC i AB tuba

VIII. Zaključak

U programskom paketu MATLAB napisane su simulacije koje formiraju 3D strukture samoorganizovanih magnetnih čestica i računaju njihovu energiju usled magnetnih dipol-dipolnih interakcija. Realizovane strukture su AA, AC i AB tuba. Naša hipoteza o optimalnoj orijentaciji dipolnih momenata je potvrđena. Sve strukture pravljene su sa takvim optimizovanim orijentacijama dipolnog momenta.

Iz rezultata zaključujemo da sva tri tipa tuba imaju negativnu energiju, što znači da su fizički moguće. Provereno je skaliranje sistema, odnosno kako se sa povećanjem broja čestica (slaganjem novih prstenova) može iskonvergirati ka energiji sračunatoj Leknerovim metodom za beskonačnu strukturu. Zaključak je da je Leknerova suma pravilno implementirana i potvrđen je pretpostavljeni zakon skaliranja, koji važi za sve ispitivane strukture. Dalji rad u okviru ove tematike uključuje razmatranje istih struktura u spoljašnjem magnetnom polju.

Zahvalnost

Veoma sam zahvalan dr Igoru Stankoviću, svom mentoru sa Instituta za fiziku, na korisnim idejama, sugestijama i diskusijama, kao i na pomoći u programiranju simulacija. Takođe, zahvalan sam svojim kolegama iz Laboratorije za primenu računara u nauci sa Instituta za fiziku, na nesebičnoj pomoći i podršci.

Pri izradi ovog rada korišćeni su superračunarski resursi Laboratorije za primenu računara u nauci, Institut za fiziku Univerziteta u Beogradu. Zahvalan sam Ministarstvu prosvete i nauke Republike Srbije (projekat ON1710117) koje finansira superračunarsku opremu u Laboratoriji i daje joj podršku kroz FP7 projekte: PRACE-2IP, PRACE-3IP i EGI-InSPIRE.

Literatura

[1] G. M. Whitesides and B. Grzybowski, "Self-Assembly at All Scales", *Science*, Vol. 225, No. 29, 2002.
[2] D. J. Sellmayer, "Strong magnets by self-assembly", *Nature,* Vol. 420, No. 28, 2002.
[3] H. Zeng et al., *Nature*, Vol. 420, No. 395, 2002.
[4] M. Boncheva et al., *Proc. Natl. Acad. Sci*., USA 102, 3924, 2005.
[5] T. A. Prokopieva, V. A. Danilov, S. Kantorovich and C. Holm, "Ground state structures in ferofluid monolayers", *Phys. Rev. E, 80, 031404, 2009.*
[6] R. Messina, L. A. Khalil and I. Stankovic, "Self-assembly of magnetic balls: From chains to tubes", *Phys. Rev. E,* 89, 011202(R), 2014.
[7] A. Grzybowski and A. Brodka, "Lekner type method for summing the dipole-dipole interactions", *Molecular Physics*, Vol 101, No. 8, 2003.
[8] MathWorks Documentation Center, opis fmincon funkcije, *http://www.mathworks.com/help/optim/ug/fmincon.html*

Proces izrade sfernog mikrofonskog niza sa 32 mikrofonska elementa

Ana Đorđević, Marko Ličanin

Sadržaj - Sferni mikrofonski nizovi koriste se za analizu prostornih karakteristika zvuka. Poslednji niz godina predstavljaju zanimljivu temu među mnogim istraživačima u oblastima akustike, audio obrade signala, prostornog snimanja zvuka itd. Iako postoje komercialno dostupne verzije, njihova upotreba je često ograničena visokom cenom i ugrađenim softverom, pa je za potrebe istraživanja praktičnije napraviti model u laboratoriji. Ovaj rad predstavlja kratak opis praktične realizacije modela sfernog mikrofonskog niza kao i proces izrade predpojačavačkog kola za pojačanje signala.

I. UVOD

Do sada su razvijene brojne tehnike za analizu prostornih karakteristika zvučnog polja. U mnogim naučnim radovima se u poslednje vreme spominje koncept sfernog mikrofonskog niza kao alata za analizu zvuka u prostoru. Kako su sferni mikrofonski nizovi još uvek relativno neistraženo područje, analiza njihovih fizičkih i radnih parametara predstavlja zanimljivu temu.

Za analizu prostornih karakteristika zvučnog polja potrebno je izvršiti dekompoziciju polja na sferne harmonike [1]. Slično odmeravanju kod vremenskog domena, signal se ovde mora odmeriti u prostoru. Tako se umesto vremenskog koristi prostorno odmeravanje. Postoje nekoliko načina raspodele odmeraka (mikrofonskih elemenata) po površini sfere. Oni se razlikuju u broju mikrofona i geometriji na osnovu koje se formiraju njihove pozicije. Svaka od ovih konfiguracija ima svoje prednosti i mane [1], [2].

Ovde je realizovan model sfernog mikrofonskog niza u konfiguraciji otvorene sfere sa 32 mikrofonska elementa. Mikrofoni su raspoređeni u temenima gvozdenog rama formiranog na osnovu kombinacije geometrija ikosaedra i dodekaedra. Radi održavanja dovoljno visokog odnosa signal-šum, projektovan je pojačavački stepen koji ima ulogu 32-kanalnog predpojačavača. Pažnja je posvećena i pratećim elementima: kućištu, štampanoj ploči, napajanju, kolima za pojačanje, ožičavanju, montiranju i dr. Nacrt kućišta za pojačavače izrađen je u programskom paketu Correl Draw 5, dok je za projektovanje štampane ploče korišćen Altium Designer Summer 9.

A. Đorđević, Katedra za elektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: ana_djordjevic88@yahoo.com

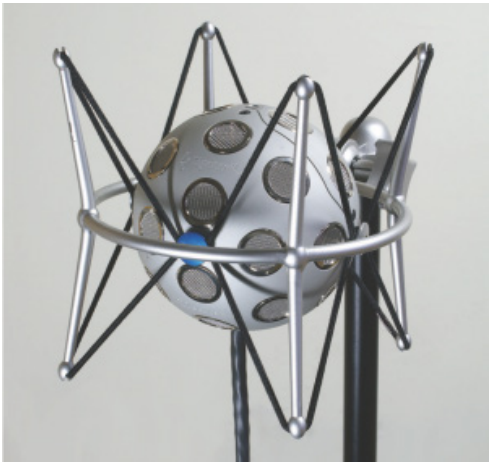
M. Ličanin, Katedra za elektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,, E-mail: lichanin88@yahoo.com

II. SFERNI MIKROFONSKI NIZOVI

Kao što sam naziv nalaže, mikrofonski niz se sastoji od većeg broja mikrofonskih elemenata raspoređenih na osnovu neke konfiguracije. Kod sfernog mikrofonskog niza senzori (mikrofonski elementi) postavljeni su na površini sfere, prema nekoj, često matematičkoj raspodeli. Razlikuje ih broj mikrofonskih elemenata, njihov raspored po sferi kao i njene akustičke karakteristike.

Sferni mikrofonski nizovi mogu se koristiti za različite namene, od kojih su: analiza i snimanje prostornog zvučnog polja, poništavanje šuma, lokalizacija izvora zvuka i formiranje karakteristike usmerenosti, veoma aktuelne teme u akustici i audiotehnici [3]. Njihova prednost u odnosu na konvencionalne usmerene mikrofone, kao što su „shotgun“ mikrofoni, je u njihovoj fleksibilnosti koja se ogleda u broju elemenata, prostornom rasporedu, kao i u ugrađenom softveru za formiranje zvučne karakteristike. To omogućava da karakteristika usmerenosti može varirati u širokom opsegu bez fizičkih promena na mikrofonu.

Kombinovanjem sa optičkim kamerama sferni mikrofonski nizovi pretvaraju se u akustičke kamere, koje su od posebne koristi u industriji. Neki modeli sfernih mikrofonskih nizova su komercijalno dostupni (Sl.1).



Sl. 1. „Eigenmike“, komercijalno dostupan sferni mikrofonski niz firme „Mh acoustic“

Najpopularniji je model „Eigenmike“ kompanije „Mh acoustic“.On se sastoji od 32 mikrofonska elementa raspoređenih po čvrstoj sferi i softvera za prostornu obradu signala „Eigenbeams“.

Iako postoje komercionalno dostupni modeli, oni uglavnom nisu pogodni u istraživačkom radu zbog ograničenosti ugrađenog softvera, pa se mnogi istraživači opredeljuju da modele prave sami u laboratorijama.

A. *Sferna transformacija*

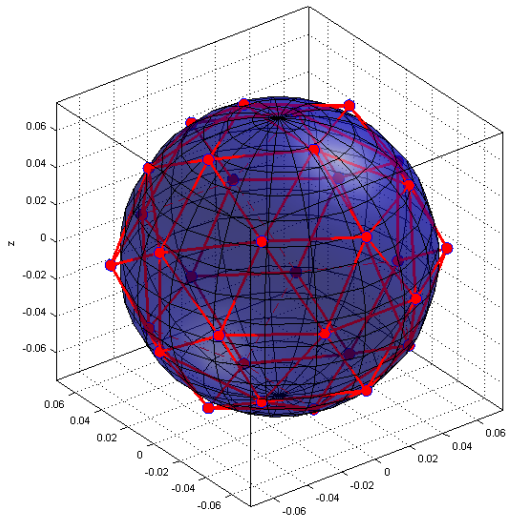
Zvučni pritisak generisan tačkastim izvorom, koji deluje na sferu poluprečnika r, na rastojanja d od površine sfere, može se odrediti na osnovu sledeće jednačine [1], [2]:

$$p = 4\pi \sum_{n=0}^{\infty} i^n b_n(kr, kd) \sum_{m=n}^{n} Y_n^m(\theta, \varphi) \overline{Y}_n^m(\theta_m, \varphi_m), \quad (1)$$

gde se parametar b_n naziva jačinom moda sfernog harmonika dok je Y_n^m funkcija sfernih harmonica reda n i vrste m.

B. Koordinantni sistem

Na osnovu geometrije pravilnih poliedara formiran je koordinantni sistem takav da u temenima ovako dobijene figure leži po jedan mikrofonski element (Sl. 2).



Sl. 2. Pozicije mikrofonskih elemenata kod uniformne raspodele

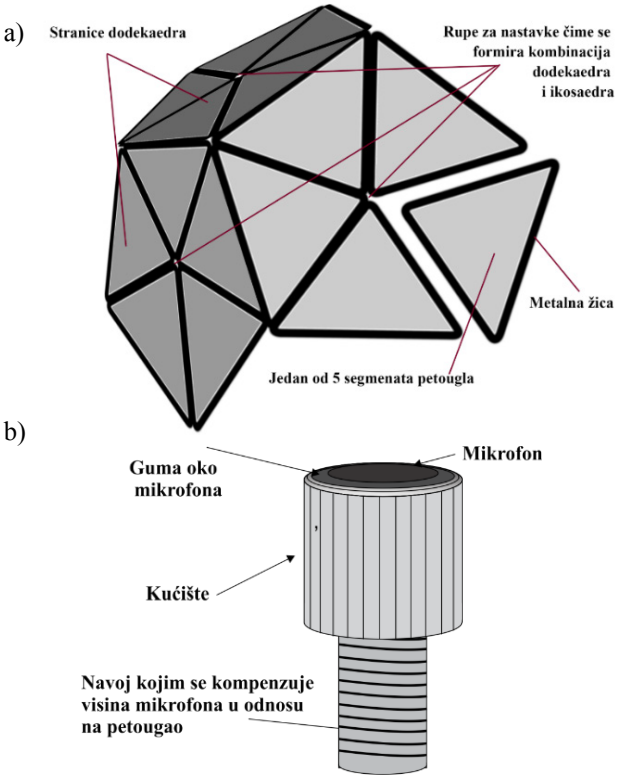
Figura je dobijena kombinacijom geometrija dodekaedra i ikosaedra. Ovakav način raspodele mikrofonskih elemenata (tačaka prostornog odmeravanja) naziva se uniformnim [1], [4]. Dobra strana uniformne raspodele je jednaka rezolucija odmeravanja duž čitave sfere, što je posebno važno kod analize prostornih karakteristika zvuka.

III. PROCES IZRADE

A. Okvir mikrofonkog niza

Prvobitan plan izrade sfernog mikrofonskog niza uključuje i model otvorene i zatvorene sfere. Ovde će biti razmatrana izrada sfernog mikrofonskog niza izrada sfernog mikrofonskog niza sa otvorenom sferom i on će ovde biti razmatran.

Da bi se postigla akustička transparentnost okvira, njegovi delovi moraju biti dimenzija manjih od talasnih dužina u audio opsegu. Zbog toga je kao materijal odabrana čelična žica malog poprečnog preseka, koja je pored velike dostupnosti veoma pogodna za oblikovanje. Na osnovu Ričmondovog metoda konstrukcije, od metalne žice formirani su jednakostranični trouglovi [5], [6]. Spajanjem 5 ovakvih trouglova lemljenjem, dobija se petougao koji predstavlja osnovu dodekaedra. Spajanjem 12 petouglova dobija se dodekaedar takav da u svakom od temena postoji rupa kroz koju prolazi kućište za mikrofone.

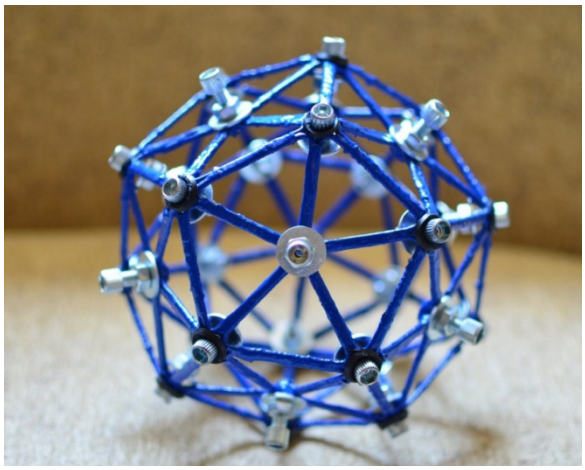


Sl.3. Konstrukcija rama (a-gore) i kućište za mikrofonske elemente (b-dole)

U centrima svakog od 12 petouglova takođe nastaje rupa kao posledica savijanja trougla pod nesavršenim oštrim uglom. To omogućava dodavanje nastavka (izduženog kućišta za mikrofone), čime se može stvoriti efektivna figura koja odgovara spoju dodekaedar upisan u ikosaedar (Sl. 3.a).

Ovaj nastavak se dodaje normalno na površinu petougla, a promenom visine može se kao i ostala temena dodekaedra dovesti na tačan poluprečnik zamišljene sfere. Podešavanje je omogućeno navojem na kućištu za mikrofon (pomenuti nastavak). Radi izolacije i sprečavanja interference zbog eventualnog statičkog naelektrisanja okvira, između kućišta i mikrofona se nalazi gumeni sloj.

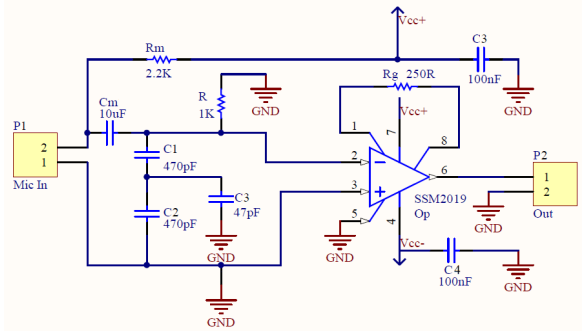
Izgled kućišta prikazan je na slici 3.b a kompletan model rama otvorene sfere na slici 4.



Sl.4. Izgled okvira sa montiranim kućištima za mikrofone

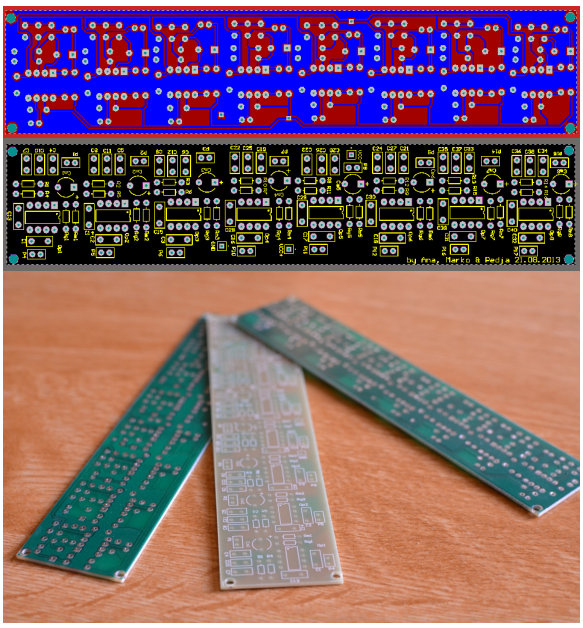
B. Predpojačavačko kolo

Kolo se napaja simetričnim izvorom jednosmernog napajanja u vrednosti od ± 7.2V. Za pojačanje korišćen je diferencijalni audio pojačavač SSM 2019 koji predstavlja najnoviju generaciju audio predpojačavača i odličnih je performansi. Kolo poseduje zaštitu od iznenadnih pikova koji se mogu preneti iz napajanja, regulaciju pojačanja, RC filtarsku mrežu koja ima ulogu propusnika audio opsega kao i predpolarizaciju mikrofonskih elemenata. Elektrolitski kondenzator ima ulogu zaštite ulaznog stepena pojačavača blokiranjem jednosmernog napona od napajanja ka ulazu integrisanog kola (Sl.5).



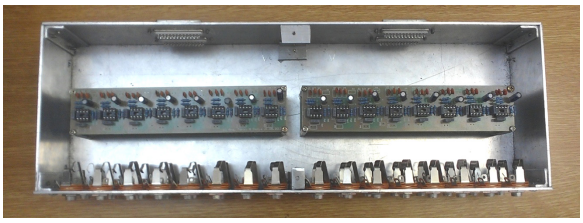
Sl.5. Električna šema predpojačavačkog stepena

Kako sferni mikrofonski niz ima 32 mikrofona, formiran je 32-kanalni predpojačavač. Radi lakšeg dizajniranja i ugradnje, po 8 kanala smeštena su na 4 štampane ploče. Dizajn štampanih ploča urađen je u skladu sa proizvođačkim specifikacijama čime se minimizira greška u prizvodnji. Posebna pažnja usmerena je na otpornost na šumove pažljivim rutiranjem i primenom pravila rasporeda i međusobnih uticaja elemenata na štampanoj ploči. Na slici 6. prikazan je izgled štampanih ploča.



Sl.6. Izgled štampanih ploča. Dizajn (gore) i finalni proizvod (dole)

Pločice su smeštene u posebno dizajniranu kutiju od aluminijuma koja sa prednje strane poseduje 32 TS mono audio konektora. Izgled kutije predpojačavačkog sistema prikazan je na slici 7.

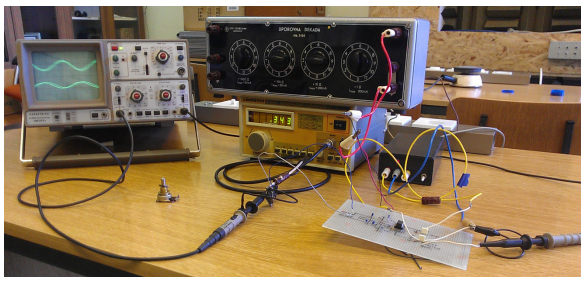


Sl.7. Izgled unutrašnjosti kućišta sa štampanim pločama

C. Testiranje

Da bi se utvrdila ispravnost principijalne šeme, napravljeno je funkcionalno test kolo. Slika 8 predstavlja test pločicu povezanu na uređaje za merenje.

Radi provere sistema bez mikrofonskog elementa, na ulaze pojačavačkog kola priključen je generator funkcije. Generisani sinusni signal podešen je tako da amplituda napona odgovara izlaznom naponu koji generiše mikrofon (do 0.5mV). Umesto otpornika *Rg*, postavljena je dekadna kutija za testiranje pojačanja i poređenja sa vrednostima otpornosti datih u specifikaciji za SSM 2019. Na ulaze i izlaze pojačavačkog kola postavljene su sonde osciloskopa a talasni oblik i pojačanje posmatrani na ekranu uređaja. Korišćeno je test simetrično napajanje iz stabilisanog ispravljača sa naponom od ±5V, što je i minimalna vrednost sa kojom SSM 2019 može da radi.

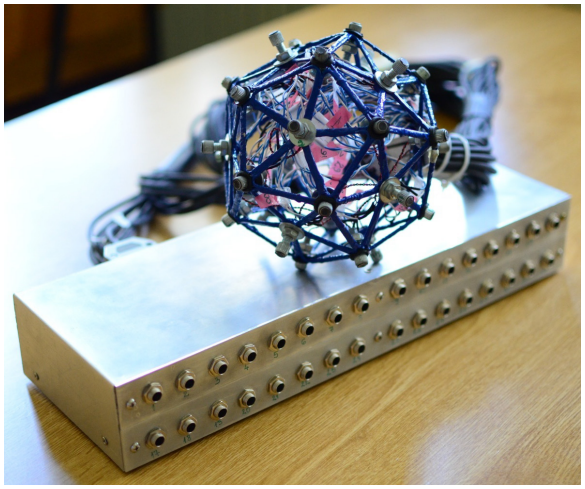


Sl.8. Ispitivanje rada test kola

Utvrđeno je da se vrednosti pojačanja i odgovarajućih otpornosti poklapaju sa podacima iz specifikacije. Do pojačanja od 60 dB nema nelinearnosti u pojačanom signalu. Posle 60 dB, vidljiva su amplitudska izobličanja izlaznog signala. Kako je ovo u suštini predpojačavačko kolo, glavno pojačanje signala odvija se u zvučnoj kartici za snimanje, koja poseduje sofisticiraniji sistem za eliminaciju šumova. Odabrana je vrednost pojačanja koja će napon signala održavati na zadovoljavajuću vrednost na putu do zvučne kartice, tako da je rezultujuće pojačanje kola približno 33 dB. Isti postupak sproveden je koristeći mikrofonski element umesto generatora funkcija

V. Montaža

Mikrofoni namontirani na okvir povezuju se sa 25-pinskim muškim konektorima preko širmovanih kablova.



Sl.9. Finalni izgled kompletog uređaja

U svakom od kablova nalaze se dva para (4 provodnika) žičanih provodnika međusobno izolovanih gumenim omotačem. Po dva izolovana provodnika u paru su međusobno upredeni zbog poništavanja interferenci. Oko manjih provodnika duž kabla obmotana je metalna žica koja je u ovom slučaju povezana na potencijal kućišta. Ceo ovaj sklop je izolovan gumenim omotačem radi izolacije.

Na zadnjoj strani kućišta montirani su 25-pinski paralelni ženski konektori. Odvajanjem pojačavačkog kola od samog sfernog mikrofonskog niza omogućava lakšu parcijalnu mobilnost uređaja. Konektori su licnastim žičanim provodnicima povezani na štampane ploče. One se montiraju u dva nivoa tako da su ulazni konektori, odgovarajući kanali i izlazni konektori vezani paralelno pa se eliminiše mogućnost preslušavanja kanala.

Baterijsko napajanje realizovano je kao poseban sklop i povezuje se preko 3.5m stereo audio konektora na zadnjem delu kućišta. Odatle se provodnicima vodi na svaku od pločica. Referentna masa je takođe zajednička za sve pločice i povezana je na kućište. Finalna verzija uređaja prikazana je na Sl. 9.

VI. Zaključak

Izrada ovakvog uređaja predstavlja sklop različitih oblasti nauke počevši od idejnih mehaničkih rešenja, matematičkih modela, fizičkih principa prostiranja talasa, pa do projektovanja pojačavačkih sistema, dizajniranja štampanih ploča, principa rada elektronskih komponenti, poznavanja mernih tehnika i na kraju praktične realizacije. Sferni mikrofonski niz u suštini predstavlja alat koji omogućuje dalji tok istraživanja u ovoj oblasti akustike. Uz kombinaciju sa prethodno stečenim znanjima iz oblasti akustičkih mernih tehnika, akustike prostorije i tehnikama prostornog zvuka otvara se širok spektar mogućnosti za dalji napredak.

Zahvalnica

Ovaj projekat podržan je finansijski od strane Ministarstva za Edukaciju, Nauku i Tehnološki Razvoj Republike Srbije pod rednim brojem 36026.

Reference

[1] B. Rafaely, "Analysis and Design of Spherical Microphone Arrays", IEEE Trans. Speech Aud. Proc., vol. 13, no. 1, pp. 135-143, Jan. 2005.

[2] J. Meyer and G. Elko, "A Highly Scalable Spherical Microphone Array Based On Orthonormal Decomposition of the Soundfield", In Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP). Orlando, USA, May 2002, pp. II-1781– II-1784.

[3] J. Merimaa, "Applications of 3-D Microphone Array", 112th AES Convention, Munich, Germany, May 2002, paper 5501.

[4] M. Ličanin, A. Đorđević and D. Ćirić, "Analysis of Spherical Microphone Array Using Simulations", In Proceedings of the INTERNOISE 2013 (on CD). Innsbruck, Austria 2013, paper 0514.

[5] Coxeter, H. S. M. Introduction to Geometry, 2nd ed. New York: Wiley, pp. 26-28, 1969.

[6] G. Arfken and H. J. Weber, "Mathematical Methods for Physicists", 5th ed., San Diego: Academic Press, 2001.

Energija vetra kao pokretač LED displeja

Lazar Stanković, Violeta Dimić, Radmila Mitić

Sadržaj – Snaga vetra pripada grupi obnovljivih izvora energije koja se koristi kod vetrogeneratora. U istočnog dela Srbije broj vetrovitih dana je oko 260 godišnje, što znači da bi vetrogenerator bio aktivan 18 sati dnevno, što daje veliku energetsku efikasnost [1]. Vetrogenerator, prikazan u radu je realizovan u laboratorijskim uslovima, korišćenjem materijala za reciklažu i to: step motora, PVC cevi, nosača, elektronskog sistema kontrole i baterije (elektromotora). Pri projektovanju uzeta su u obzir teorijska ograničenja i fizički procesi koji se odvijaju prilikom pretvaranja energije vetra u obrtnu kinetičku energiju elise. U ovom radu je prikazana izrada makete vetrogeneratora. On je iskorišćen za napajanje potrošača - LED displeja. Na sličan način moguće je realizovati i veće vetrogeneratore za napajanje potrošača od 5 do 50KW, čime bi se povećao doprinos u iskorišćenju snage vetra.

I. Uvod

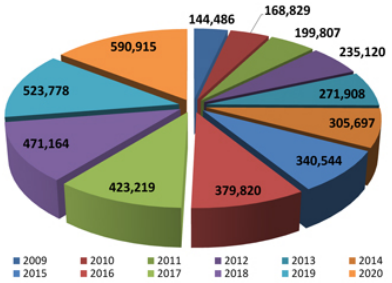
Porast stanovništva je praćen porastom potrošnje energije, što predstavlja jedan od najvećih izazova sa kojima se današnje generacije susreću. Najnovija istraživanja pokazuju da su tržišta obnovljivih izvora energije u porastu širom sveta. Tome su doprineli sve jasniji negativni uticaj snabdevanja fosilnim izvorima i nuklearnom energijom. Značajan uticaj upotrebe fosilnih goriva na klimu izaziva topljenje glečera i leda, sa druge strane pustinje se šire. Katasrofe koje su se dogodile u nuklearnim elektranama , počevši od 1986 u Černobilu, nastavile su se u Nemačkoj, Švedskoj i u Fokušimi, koja je pokazala da i sa najkvalitetnije izgrađenim nuklearnim elektranama zbog nepredvidivih elementarnih nepogoda atomska energija može da postane velika pretnja celom svetu. Zato smo danas svedoci "buma" obnovljivih izvora energije od kojih je sve popularnija energija vetra.

U fazi pripreme za realizaciju novog obrazovnog profila, Elektrotehničar obnovljivih izvora energije, dat je mali doprinos popularizaciji upotrebe vetrogeneratora, koji je opisan u ovom radu.

U drugom poglavlju rada data je ekonomska analiza opravdanosti upotrebe vetrogeneratora.

II. Ekonomska analiza

Snaga vetra trenutno predstavlja najzastupljeniji vid korišćenja obnovljivih izvora energije u svetu. Prednost njenog korišćenja za pretvaranje iste u električnu su pre svega u neiscrpnoj količini energije kao i ekonomskoj opravdanosti. Nedostatak i visoka cena fosilnih goriva na tržitu otvara širok prostor za korišćenje vetrogeneratora . Zahvaljujući tome danas proizvodnja vetrogeneratora beleži veliki rast [2] . Na osnovu dosadašnjiih istraživanja, predviđa se da će se njihova upotreba u 2020-oj godini znatno povećati, što nam potvrđuje sledeći grafikon (slika 1.):



Slika 1. Dosadašnja i predviđena ukupna snaga vetrogeneratora izražena u MW

Proučavajući rezultate merenja hidro-meteorološkog zavoda dolazi se do podataka da područje Balkana ima kapacitet u vetrovima od 1300MW ili oko 2.3-2.4TW/god. Konkretno posmatrajući kartu naše zemlje i analizirajući konkretno visine od 100 m možemo da se zaključi da je naša zemlja pogodna za izgradnju vetrogeneratora i to delovi istočne Srbije, Vojvodina i deo oko Južne Morave (slika 2.).



Slika 2. Prosečna godišnja snaga vetra na visini do 100m

Kao najperspektivnije lokacije sa prosečnim brzinama vetra izdvajaju se [4]:

1. Planinski venac Midžor (Stara planina) - 7.6m/s

Lazar Stanković je učenik II razreda ETŠ Nikola Tesla - Niš, smera Tehničar mehatronike,

Violeta Dimić i Radmila Mitić su profesori stručnih predmeta ETŠ Nikola Tesla – Niš, A. Medvedeva 18, etstesla@etstesla.ni.ac.rs

2. Suva planina - 6.46m/s
3. Vršački breg - 6.27m/s
4. Tupižnica - 6.25m/s
5. Krepoljin - 6.18m/s
6. Deli Jovan - 6.13m7/s
7. Juhor i Jastrebac

III. SNAGA VETROGENERATORA

Za korišćenje kinetičke energije vetra kao izvora energije potrebni su nam vetrogeneratori. Njihova masovna upotreba počela je u XIX-tom veku u Holandiji, Danskoj i SAD za pokretanje mlinova, strugara ili pumpi za vodu [5]. Od tada pa sve do danas razvoj vetrogeneratora je imao uspone i padove. Trenutno najjači vetrogenerator je Enerkon E-126 (Nemačka)snage 7.58MW.

Pri projektovanju vetrogeneratora prvenstveno treba sagledati njegov rad, teorijska ograničenja koja se pri tome nameću (na primer maksimalno iskorišćenje energije vetra) i fizičke procese koji se odvijaju prilikom pretvaranja energije vetra u obrtnu kinetičku energiju elise. Poznavanjem zakona ovih procesa omogućeno je postavljanje matematičkih izraza koji ih opisuju, a neophodni su za njegovo projektovanje [3]. Proučavajući dolazi se do zaključka da snaga vetra zavisi od više faktora a da su najznačjniji:

- Brzina vetra
- Masa vetrenjače
- Pozicioniranje vetrogeneratora

Uzimajući u obzir sve ove faktore (gustinu vazduha, površinu poprečnog preseka oblasti kroz koju prolazi vetar i brzinu vetra) dolazi se konačne formule

$$P = ½*\rho* A* v^3 \quad (1)$$

gde je: ρ- gustina vazduha, A - površina poprečnog preseka oblasti krroz koju vetra prolazi (površina elisa) i v - brzina vetra.

Konkrentno to bi značilo da ako uzmemo prečnik rotora od 2m i brzinu vetra od 5m/s dobićemo

$$P= 1/2 \text{ x } 1.23 \text{ x } 3,14 \text{ x } 125 = 241,38 \text{ W} \quad (2)$$

U našem slučaju za veličinu peraja dužine 450 mm i širine 400mm i brzini vetra od 2. 5m/s :

$$P= 1/2 \text{ x } 1.23 \text{ x } 0.565 \text{ x } 15.625 = 5.4 \text{ W} \quad (3)$$

Ovi podaci su dovoljani za izradu makete vetrogeneratora koja može da se koristi za (3) napajanje LED displeja. Ovo je prvi korak ka izgradnji vetrogeneratora veće snage koji bi napajao LED displej sa nazivom ETŠ Nikola Tesla na samoj zgradi škole.

IV. IZRADA MAKETE VETROGENERAORA

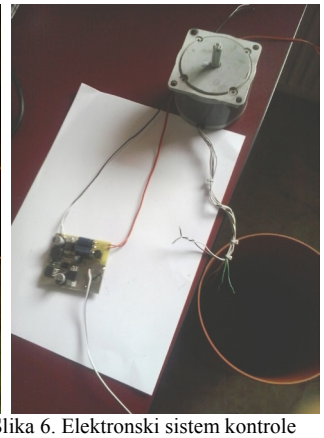
Za izradu makete vetrogeneratora korišćen je materijal za reciklažu i to:

1. Step motor (generator)
2. PVC cev
3. Nosač
4. Elektronski sistem kontrole
5. Bateriju

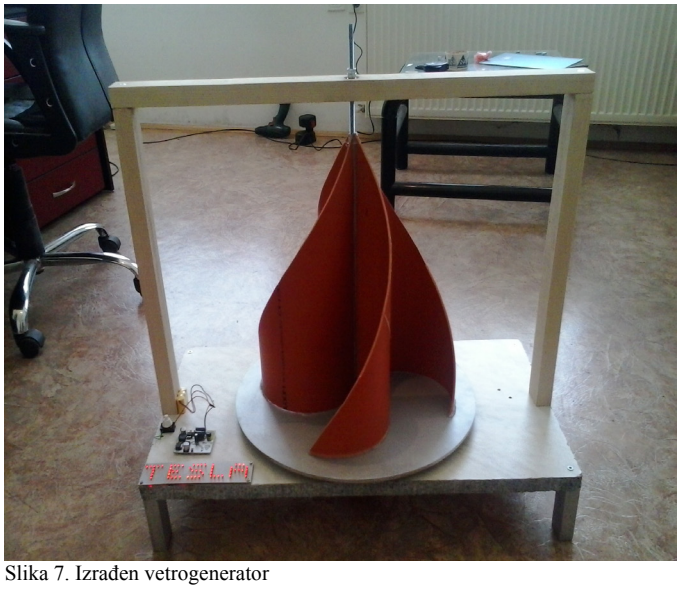

Slika 3. Step motor


Slika 4. PVC cev


Slika 5. Nosač


Slika 6. Elektronski sistem kontrole

Plastična cev, prečnika 200 mm, iskorišćena je za dobijanje peraja. Presecanjem cevi po dužini na jednake spiralne delove dobijaju se peraja dužine 450 mm (slika 7.). Peraja treba pričvrstili za ploču prečnika 45 cm, tako da između svakog peraja je prav ugao a sama ploča je vezana za osovinu motora.


Slika 7. Izrađen vetrogenerator

Za motor je iskorišćen step motor iz starog matričnog štampača približne snage 5W.

Nosač je izrađen od drveta (to je ram napravljen od tri letve dužine 50 cm). Pričvršćivanjem metalne cevi za osnovu, oko koje će cela vetrenjača da rotira, završava se izrada mehaničkog dela makete.

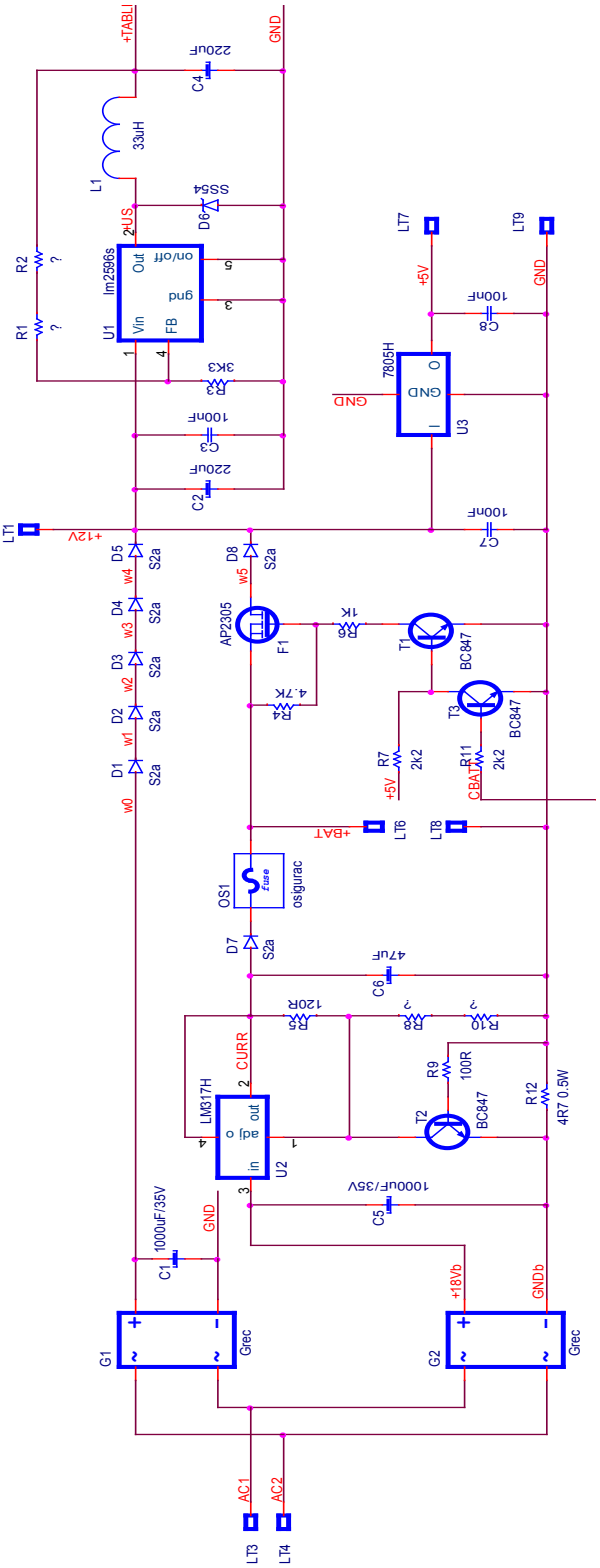
Vetrenjača se povezuje za step motor preko AC-DC pretvarača. Na izlazu pretvarača se priključuje kontroler punjenja akumulatorske baterije kao i DC-DC pretvarač za fiksni napon od 5 volti.

Na ovaj način je izvršena kompenzacija promenljivog napona koji daje step motor. Energiju koju daje vetrenjača je potrebno negde skladištiti i za te potrebe smo iskoristili akumulator od 3.7V, 200 mAh.

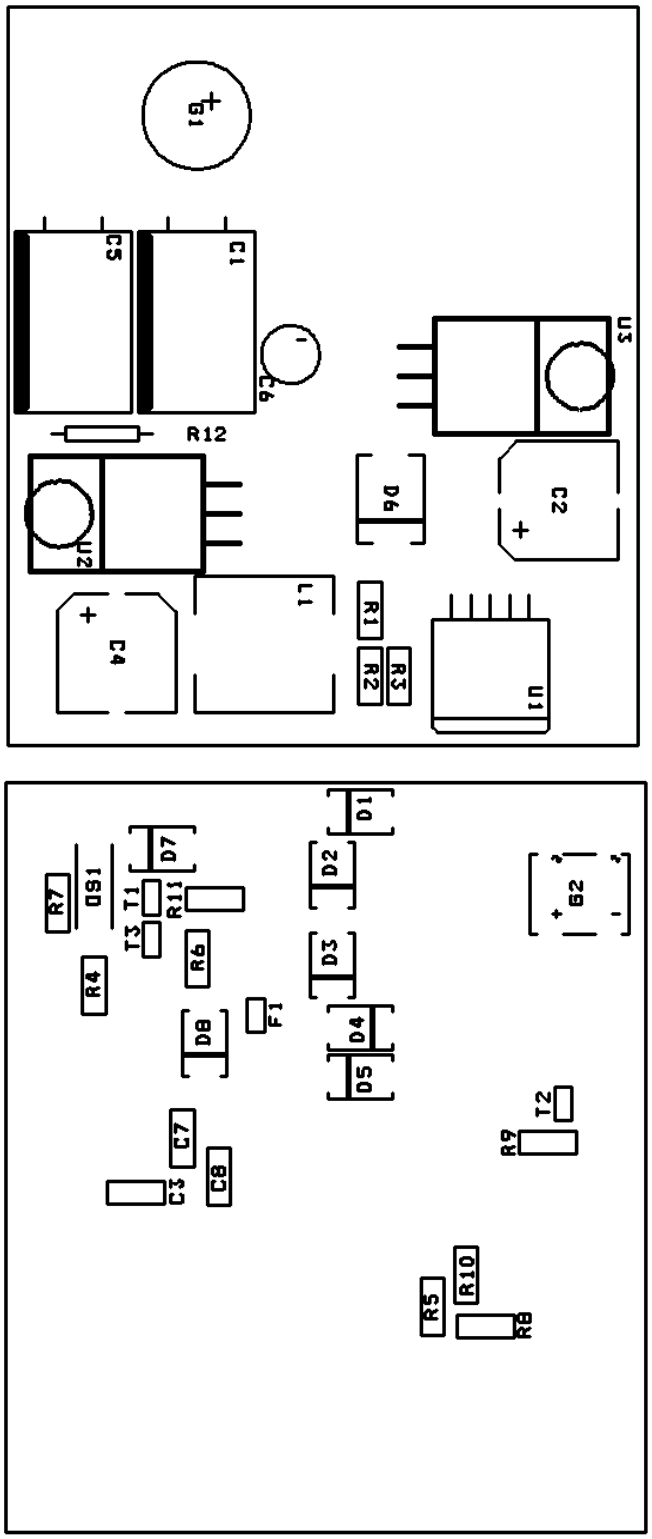
Punjenje akumulatora kontroliše kontroler punjenja i to tako da se akumulator puni do 4.3 volti a zatim kontroler isključi punjenje i prebacuje u režim održavanja kapacitivnosti akumulatora.

Potrošač se napaja direktno preko vetrogeneratora, sve dok on radi, kada se napon smanji ispod određene vrednosti napajanje preuzima baterija. Na taj način smo obezbedili neprekidno napajanje potrošača energijom.

U slučaju kada nema vetra i kada napon akumulatora opadne ispod određene granice onda se uključuje sistem zaštite baterije prekomernog pražnjenja. Kontroler se ponovo uključuje u režim punjenja, ako ima dovoljno vetra, i ciklus punjenja baterije ponovo kreće.



Slika 8. Električna šema kontrolera punjenja baterije i DC-DC pretvarača



Slika 9. Raspored komponenti na štampanoj pločici

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan postupak za praktičnu realizaciju vetrogeneratora u laboratirijskim uslovima. Ovim je je pokazana mogućnost realizacije vetrogeneratora, kao i njegova potreba u cilju iskorišćenja snage vetradaljem. Na ovaj način smo dali svoj skroman doprinos i upoznavanju upotrebe vetrogeneratora.

U nastavku faze pripreme za realizaciju novog obrazovnog profila, Elektrotehničar obnovljivih izvora energije, biće urađena dodatna analiza i realizacija većeg i snažnijeg vetrogeneratora.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje Ljubodragu Dimiću, projektantu firme INA Design&Engineering iz Novog Pazara, na stručnim savetima i korisnim sugestijama, kao i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] http://www.rdsolar.rs/?page_id=326
[2] http://www.vetrogeneratori.co.rs/
[3] http://www.scribd.com/doc/45909015/vetrogenerator
[4] http://www.solarnipaneli.org/energija-vetra/
[5] http://www.vts-pozarevac.edu.rs/u-fokusu/619-projektovanje-vetrogeneratora-male-snage

Život i studiranje u Sjedinjenim Američkim Državama

Mihajlo Novaković

Sadržaj - U ovom radu biće opisan način studiranja u SAD-u, konkretno na Tehničkom univerzitetu u Tenesiju (Tennessee Tech University – TTU). Rad će biti baziran na iskustvu studenta na jednogodišnjoj razmeni, pa će, shodno tome, biti opisan i način kako se dobija stipendija kao i uslovi konkursa. Štaviše, biće prikazane studentske aktivnosti, predispitne i ispitne obaveze, kao i uslovi rada i istraživanja.

I. Uvod

Tehnički univerzitet u Tenesiju (Tennessee Tech University – TTU) smešten je u Kukvilu, gradiću pokraj Nešvila u Tenesiju. Prvi predak ovog univerziteta predstavlja Diksi Koledž (Dixie College) koji datira još od 1909. godine i traje sve do 1965, kada dobija status univerziteta. Danas univerzitet broji ukupno 11.118 studenata od kojih je nešto više do 10.000 na osnovnim studijama. Značajan podatak je i to da 9.3 procenata od ukupnog broja studenata predstavljaju internacionalni studenti, što znači da je univerzitet jako otvoren ka stranim studentima. Podeljen na 6 akademskih disciplina, univerzitet nudi više od 40 programa na osnovnim studijama i oko 20 na doktorskim. Najpopularniji programi su mašinsko i elektrotehničko inženjerstvo, biznis i kompjuterske nauke [1].

II. Konkurs i stipendija za „UGRAD“ program razmene

Mogućnost studiranja u Americi dobio sam zahvaljujući organizaciji „World Learning“ u Srbiji koja je u proteklih 6 godina raspisivala konkurse i dodelila oko 40 punih stipendija za studente osnovnih studija u Srbiji i Crnoj Gori. Stipendija pokriva troškove školarine, smeštaja, hrane, knjiga i džeparca. Organizacija „World Learning“ je finansirana od strane američke vlade (US State Department) i ostvaruje saradnju sa više od dvadeset univerziteta širom Sjedinjenih Američkih Država. Svake godine je organizovan konkurs koji traje do početka januara a mogućnost prijave imaju svi studenti koji su završili bar jedan semestar na nekom univerzitetu u Srbiji, sem studenata medicine zbog velike razlike u programu i predmetima. Konkurisanje se sastoji u popunjavanju aplikacije gde se unose osnovni podaci o kandidatu slično CV-u, pisanju motivacionog pisma na određenu temu kao i dostavljanju dva pisma preporuke od univerzitetskih profesora ili mentora. Kod kandidata se izuzetno ceni volontersko i istraživačko iskustvo, zrelost, otvorenost, timski duh, mogućnost brzog prilagođavnja kao i vešto snalaženje u problemu i izbegavanju konflikta, što se ogleda kroz pitanja u aplikaciji. Od više od 250 kandidata koji se prijave, 100 budu pozvani na intervju posle kog se vrši dalja selekcija. Upravo, pored motivacionog pisma i želje za studiranjem u Americi koju kandidat iskazuje u aplikaciji, intervju je jedan od najbitnijih faktora za dobijanje stipendije. Izuzetno se ceni iskrenost kandidata, kao i jasno postavljeni ciljevi. Po objavljivanju dobitnika stipendije, sve prijave se šalju za Vašington gde se na osnovu vrste studija svakom kandidatu dodeljuje jedan od univerziteta koji najviše odgovara njegovoj struci. Shodno tome, kandidat nema pravo izbora, i nakon dodeljivanja univerziteta ima period od nedelju dana da odluči da li prihvata ponuđenu opciju. Na žalost „World Learning“ je ove godine prestao sa radom zbog nedostatka sredstava, pa će konkurs od sledeće godine biti raspisan od strane američke ambasade, i broj stipendija će biti redukovan.

M. Novaković, Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu, Studentski trg 12/16, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: mihajlo novak@hotmail.com

III. Dolazak na kampus i studentski život

Svi objekti univerziteta su smesteni u okviru ogromnog kampusa (slika 1). Pored studentskih domova, univerzitetskog centra, prostorija i laboratorija gde se održavaju predavanja i vežbe, na kampusu se nalaze i mnogobrojni tereni za sportske igre kao i ogroman sportsko rekreativni centar. U okviru tog centra, studentima je dostupno korišćenje teretane, bazena, saune kao i sale za razne sportove. Kampus raspolaže svime što je potrebno za bavljenje bilo kojim sportom, što izuzetno doprinosi studentima da ostanu u formi, ali i treniraju ono što vole. Kako je moj dom bio u centru kampusa, svi objekti su bili na manje od deset minuta hoda, pa zato većina studenata i pešači u okviru kampusa. Jako je popularno živeti i van kampusa, u studentskom selu, pa kako u Americi retko ko nema auto, često se na parkinzima kampusa može videti na hiljade automobila. Takođe, na kampusu se nalazi i nekoliko menzi od kojih je jedna glavna i koja jedina funkcioniše na principu „švedskog stola“ (slika 2). Primera radi, za vreme tipičnog obroka, u toj menzi su u ponudi na desetine glavnih jela iz više različitih kuhinja, sendviči, desetine vrsta salata, kolača, sladoled, čokoladno mleko, sojino mleko, preko deset vrsta sokova i još mnogo toga drugog. Nezaobilazan objekat svakog studenta je i ogromna biblioteka koja raspolaže sa više od 350.000 knjiga i više od 27.000 elektronskih izdanja [1]. Ujedno u sklopu biblioteke je i čitaonica (slika 3), pa studenti najčešće tu uče. Na prvom spratu je dozvoljena buka i rad u grupama, dok je drugi sprat tihi sprat, za studente kojima je potreban

mir pri učenju. U jednom delu biblioteke je takozvani odsek za dopunsku i dodatnu nastavu, gde su uvek angažovani bolji studenti iz skoro svakog predmeta da pomognu i usmere svakog ko se obrati za pomoć. U biblioteci se mogu naći i mnogobrojni kompjuteri poslednje generacije dostupni za korišćenje, mašina za štampanje i skeniranje, kao i sav pribor za povezivanje. U okviru biblioteke postoje i učionice sa projektorima i velikim ekranima, koje studenti mogu iznajmiti na određeno vreme da bi što bolje pripremili prezentacije koje se često zadaju u okviru svakog kursa.



Slika 1. Ulaz u kampus.

Što se tiče domova za stanovanje, sobe su uglavnom jednokrevetne i dvokrevetne, a jako retko višekrevetne. Domovi su najčešće tri do četiri sprata, mešoviti, s tim što su spratovi jasno diferencirani na muške i ženske (slika 4). Sobe su slične onim u studentskim domovima u Beogradu, s tim što je nameštaj u većini slučajeva nov. Kupatila mogu biti u svakoj sobi, ali češće su spratna. U domovima ne postoji recepcija i čuvar. Uglavnom, na svakom spratu živi student, asistent stanara, koji je zadužen da kontroliše sobe i posete, održava spratovne sastanke i daje važne informacije. Jako bitna stvar bez koje se na kampusu ne može je studentska abonentska kartica. Provlačenje kartica na kampusu, deo je rutine, a takođe kartica daje i pregršt studentskih povlastica od kojih je najznačajniji besplatan gradski prevoz. Kartica je neophodna pri ulazu u više objekata (u dom samo preko noći), za štampanje, kopiranje i mnogo drugih aktivnosti. Na početku semestra, pri plaćanju školarine, bira se i plan obroka koji se unosi na karticu, pa time kartica služi i kao platežno sredstvo u menzama na kampusu. Svake nedelje, na kampusu se organizuju razne aktivnosti, proslave, promocije različitih materijala, besplatni obroci, zabave, tako da retko kada studentu mogu manjkati aktivnosti. Uprkos tome, na kampusu ne postoji bar gde se organizuju studentske žurke. U gradu postoji par klubova i diskoteka, tako da studenti imaju mogućnost i za noćni život. Kako u SAD-u postoje studentske lige, svake nedelje se igraju utakmice pa studenti često prisustvuju ovim događajima u cilju podrške svojih pulena. Američki fudbal i košarka su najpopularniji, što se ogleda i u posotojanju ogromne hale za košarku koja prima oko 10.000 gledaoca i velelepnog terena za američki fudbal. Takodje u blizini kampusa su i mnogobrojni vodopadi i staze, koji omogućuju nezaboravno opuštanje u prirodi posle teške nedelje.



Slika 2. Univerzitetski centar i menza.



Slika 3. Univerzitetska biblioteka.

IV. Predispitne i ispitne obaveze

Predispitne obaveze imaju dosta sličnosti sa sistemom po kom se radi na Fakultetu za fizičku hemiju u Beogradu. Jedna od prednosti je ta što se na početku semestra dobija silabus sa svim oblastima o kojima će se učiti, aktivnostima i ispitima tokom kursa. Sve je lepo grupisano po datumima, tako da student već na početku zna kada će biti koji kolokvijum pa i završni ispit. Retko kada

su profesori namerno ili nenamerno odstupili od plana, tako da je silabus jako merodavan. Jedan predmet predaje više različitih profesora, pa pri registrovanju, student ima mogućnost izbora profesora. Plan učenja i aktivnosti varira u zavisnosti od kursa i profesora, ali u suštini, nastava se sastoji u časovima učenja novog gradiva, obnavljanja i utvrđivanja, kolokvijuma i završnog ispita. Čas traje 55 ili 75 minuta u zavisnosti od kursa, i nema dvočasa. Nastava se odvija u dobro opremljenim učionicama u grupama od dvadeset do trideset studenata, pa časovi liče na naše srednjoškolske. Međutim, kako se časovi mogu birati po sopstvenom nahođenju, ako se ispunjavaju preduslovi, gotovo je nemoguće slušati različite kurseve sa istim studentima. Rad u manjim grupama je mnogo bolji jer pojedinac može lakše da se istakne, a profesor može više pažnje posvetiti svakom od učenika. Na primer, jedan od najboljih kurseva je bio kurs moderne fizike koju je upisalo tog semestra samo šest studenata, pa je rad i saradnja među nama bila izvrsna. Profesori svoja predavanja baziraju na projektovanim prezentacijama i usmenom izlaganju, a vrlo često se koriste i table radi dodatnih pojašnjenja i izrade zadataka.



Slika 4. Jedan od studentskih domova.

Profesori pridaju najviše pažnje zadacima i primerima. Insistira se na primeni stečenih znanja u realnim situacijama. Zato na časovima matematike prednost nad ogromnim izvođenjima teorema imaju zadaci, i to često oni povezani sa rešavanjem realnih problema povezanih sa fizikom ili hemijom. Nezaobilazan deo svakog kursa su domaći zadaci sa odgovarajućim rokom izrade koji su najčešće online i čiji se pristup mora platiti, što je jedna od mana. Onlajn servisi nude tri do četiri pokušaja za rešenje sa redukcijom poena, ali su jako pogodni zato šta odmah po rešavanju daju povratnu informaciju o tačnosti rešenja i postupak pri rešavanju. Preko onlajn servisa se organizuju i kvizovi u obliku mini testa, kao rekapitulacija gradiva. Takođe na nekim kursevima se kratki kvizovi daju nenajavljeno na času, i imaju zadatak da nateraju studenta da stalno obnavlja naučeno i bude spreman na testiranje. Kolokvijumi se održavaju tri do četiri puta u toku semestra i predstavljaju veći deo ukupne ocene. Organizovani su u obliku testa sa različitim oblicima pitanja. Pitanja mogu biti na zaokruživanja, sa dva ili više tačnih odgovora, u obliku pitanja na koja treba dati odgovore, ali i u obliku grafika koje treba interpretirati. Neretko profesori zadaju prezentacije, samostalna istraživanja na odgovarajuću temu i seminarske radove. Svi materijali koje profesori koriste, domaći zadaci kao i dodatne informacije dostupne su na studentskom portalu „iLearn“ gde svaki student ima svoj nalog. Takođe preko ovog servisa se često šalju izveštaji, prezentacije i seminarski radovi.



Slika 5. Uprava fakulteta.

Laboratorijske vežbe su gotovo neizostavan deo svakog kursa iz oblasti nauke. Zajedničko za sve laboratorijske vežbe je pisanje prelaboratorijskih i laboratorijskih izveštaja. Pre svake vežbe, student treba da se pripremi za vežbu iščitavanjem odgovarajućeg materijala, samostalnim istraživanjem i planiranjem izvođenja laboratorije. Na osnovu toga piše izveštaj u već određenoj formi ili odgovarajući na pitanja vezana za tu vežbu što predstavlja deset do dvadeset procenata ocene na vežbama. Vežbe su najčešće organizovane u kontinuitetu od tri sata, i mogu da traju i više od dva laboratorijska perioda. Najveći deo laboratorijske ocene je finalni izveštaj gde se izlaže rad i dobijeni rezultati. Preciznost i tačnost rezultata takođe igraju veliku ulogu u ocenjivanju krajnjeg izveštaja. Laboratorije na ovom univerzitetu nisu najnovije i jako su slične svojim paralelama na univerzitetima u Srbiji. Međutim, raspolagale su raznovrsnom opremom koja omogućuje gotovo svako istraživanje (slika 6). Vežbe koje sam izvodio su bile na zavidnom nivou, i uključivale su rad studenta na instrumentu što je jedna od najbitnijih potreba svakog hemičara, da dodje u kontakt sa savremenim instrumentima. Rad u laboratorijama je uglavnom u parovima, a ređe u grupama ili individualno.

Završni ispit je u pisanoj formi i vuče uglavnom četvrtinu ili petinu ocene, što je veliki deo. U većini slučajeva uključuje rekapitulaciju svega što je pokriveno u toku kursa. Svi završni ispiti se rade u nedelji odmah nakon

završetka časova, pa studenti koji nisu redovno radili tokom semestra, imaju jako malo šanse da pripreme sve preko vikenda. Kontinuitet je ovde najbitniji, a naročito zato što studenti imaju samo jedan rok kada moraju položiti sve. Ukoliko student padne ispit, moraće da sledeće godine sluša sve ponovo.





Slika 6. Oprema u laboratoriji.

V. Mogućnost za istraživački rad i studentsku praksu

Još na početku jesenjeg semestra, na departmanu za hemiju se održava kolegijum svih zaposlenih profesora hemije koji ukratko izlažu svoj trenutni rad na projektima. Studenti, čak i brucoši, mogu da se jave nekom od profesora za čiji su rad zainteresovani i pridruže se odgovarajućoj laboratoriji. Master studenti, doktoranti, i najčešće profesori potom rade sa tim studentima i obučavaju ih za određeni deo istraživanja. Često ti studenti i budu jedni od autora radova koje profesori publikuju. Još na početku prvog semestra sam krenuo sa radom na projektu koji je uključivao rad na NMR-u, nuklearnoj magnetnoj rezonanci. Tako sam imao priliku da samostalno radim na instrumentu koji košta više od pola miliona dolara, i koji u Srbiji retko i doktoranti mogu koristiti. Takođe, posle završenog kursa, profesor analitičke hemije me je pozvao da se pridružim njegovoj laboratoriji za radioaktivna istraživanja, tako da sam već u drugom semestru bio deo dva projekta. Šta više, kao deo jednog kursa, trebalo je da smislimo neki istraživački rad koji je uključivao rad na instrumentima čiju smo obuku tokom kursa prošli. Tako sam imao priliku za samostalnan istraživački rad što mi je bilo od velike koristi. Sve ovo se prezentuje na velikom sajamu obrazovanja koji se održava dva puta godišnje na univerzitetu. Poznate kompanije dolaze s ciljem „regrutovanja“ studenata izlažući svoj rad i mogućnost za studentsku praksu. Često studenti već na sajmu mogu dobiti praksu, za šta naši studenti moraju da prođu kroz mukotrpan proces aplikacije.

VI. Zaključak

TTU, načinom na koji je organizovan, opremom i uslovima za studiranje potpuno opravdava svoju poziciju u Americi i svetu. Kao prosečan univerzitet u Americi, oslikava veliku prednost koju studenti u Americi imaju nad našim studentima. Mogućnost rada na savremenim instrumentima, samostalna istraživanja, otvorenost profesora za saradnju i pomoć, samo su neke od prednosti. Jako bitno je i studiranje u internacionalnoj sredini što je esencijalno za svakog studenta, da nauči da ceni ne samo rasne i religijske, već i etničke razlike među ljudima kao i različita mišljenja i ideje. Životom i radom u takvoj sredini, čovek postaje zreliji i otvoreniji za saradnju što doprinosi razbijanju svakojakih predrasuda o različitim narodima. U zaključku ću prvi put spomenuti i visoke cene školarine u Americi koje mogu ići do više desetina hiljada dolara godišnje. Kada plati tu svotu iz svog džepa, američki student mnogo više ceni univerzitet i tu priliku koju je dobio da se školuje. Takođe, američki studenti imaju pregršt mogućnosti za rad kako u okviru, tako i van kampusa što im omogućuje da zarade za džeparac. Tako mnogi studenti rade paralelno sa studiranjem što je jako retko u Srbiji. Ipak smatram da američki obrazovni sistem nije ništa bolji od našeg. Usmeni ispiti, kada bi bili nepristrasni od strane profesora, su mnogo bolji način provere znanja, i student mora da zna mnogo više kako bi bio odlično pripremljen za usmeni ispit. Na kraju bih završio time da bi kombinacija našeg i američkog sistema bila savršena. Novac koji oni ulažu u nauku, sjajna organizacija laboratorija i časova, naši visoko obrazovani profesori i usmena ispitivanja bi bili čvrst temeljac jednog idealnog sistema obrazovanja.

Literatura

[1] Sajt Univerziteta. Dostupno na: http://www.tntech.edu

Život i studije na Univerzitetu u L'Aquili u Italiji

Ana Tomić

Sadržaj - U ovom radu biće opisan način studiranja u Italiji na Univerzitetu u L'Aquili (Universita degli Studi dell'Aquila) Iskustvo je stečeno na osnovu petomesečnog boravka u L'Aquili pod pokroviteljstvom Euroweb stipendije (Erasmus Mundus program). U daljem tekstu biće opisane studentske aktivnosti, predispitne i ispitne obaveze.

I. Uvod

Univerzitet je osnovan 1952. godine i nalazi se u L'Aquili koja je centar pokrajine Abruzzo. Univerzitet nudi kompletan asortiman akademskih programa iz oblasti biotehnologije, ekonomije, inžinjeringa, prirodnih nauka, medicine, psihologije i sportskih nauka. Na Univerzitetu u L'Aquili trenutno studira više od 20.000 studenata. Studentima su na raspolaganju 66 različitih master programa (koji su odvojeni izmedju prvog i drugog stepena), 8 PhD programa, škole za specijalizacije, specijalizovani master kursevi, kao i različiti stručni kursevi. Mnogi članovi univerziteta u L'Aquili, oko 600 profesora i istraživaca dobili su medjunarodno priznanje u svojim oblastima rada. Profesori i istraživaci Univerziteta u L'Aquili omogućili su vezu sa Gran Sasso Science Institute (kao i mnogim istraživačkim centrma širom sveta), medjunarodnim PhD školama i centrima za napredne studije iz oblasti: fizike, matematike, informatike i društvenih nauka, koje se nalaze u L'Aquili.

Università degli Studi

L'Aquila

Slika 1. Grb Univeziteta u L'Aquili, Italija.

II. Prijava na Euroweb konkurs

Na ideju da se prijavim za Euroweb projekat došla sam tek nakon što sam čula od svojih kolega, koji su bili primljeni na razmenu studenata. Naravno da je na fakultetu bila organizovana i prezentacija projekta, za koju smo bili obavešteni od strane profesora sa katedre, na kojoj nismo prisustvovali. Kad smo rešili da se prijavimo na konkurs, morali smo krenuti sa istraživanjem sami. Neke informacije smo dobili od kolega koji su već bili primljeni na Euroweb projekat, dok smo neke pronašli na zvaničnoj web strani , a za najbitnije smo se obratili prof. Veri Markovic koja je koordinator projekta na našem fakultetu. Sam proces prijave i popunjavanje aplikacije nije bio previše zahtevan. Najteže od svega je bilo čekanje rezultata i neizvesnost tih par meseci. Ali, onda i sreće kada su objavljeni rezultati.

Ana Tomić je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija E-mail: ana.tomic@gmail.com

III. Vodič kroz L'Aquilu

Ovaj deo je možda i najteži. Previše poteškoća na samom početku. Za razliku od ostalih studenata koji su otišli na razmenu i imali unapred obezbedjen smeštaj, kao i prevoz od aerodroma do kampusa u našem slučaju nije bilo tako. Ne možemo reći da je to loše, naprotiv to je bilo veliko iskustvo za sve nas, ali je takodje i veliki propust u celoj organizaciji. Smeštaj smo morali takodje da pronađemo sami pre dolaska, jer u gradu nema studentskih domova, što je izuzetno teško i sve je pitanje sreće na kakav stan ćete naići, stanodavca, ali i cenu stana, koje znaju da budu previsoke. Jedini studentski dom koji je dostupan nalazi se u selu Pizzoli koje je udaljeno od L'Aquile 10km, ali velika mana je neredovna autobska linija, kao i cena iznajmljivanja sobe koja se jednači sa cenama iznamljivanja u gradu

Zgrada Unverziteta je nekada bila smeštena u samom centru L'Aquile, ali nakon velikog zemljotresa 6. aprila 2009. u kome je stradao najviše centar grada, fakulteti su izmešeni u industrijskoj zoni, tako da su sada udaljeni od grada nekih 4km i do fakulteta se mora autobusom.



Slika 2. Zgrada Uiverziteta u kojoj su održavana predavanja pre zemljotresa

Pored fakulteta je i studentska menza, a od količine uzete hrane zavisi koliko ćete platiti obrok na kasi. U menzi se uglavnom hrane studenti koji su došli iz drugih gradova Italije, najviše zbog načina pripreme njihove hrane

na koju su oni naviknuti. Što se tiče nas koji smo došli iz drugih zemalja, većina je odlučila da hranu priprema sama, što zbog visoke cene obroka u menzi, što zbog specifičnog načina pripreme.

Na univerzitetu postoji studentska organizacija koja je zadužena za organizovanje manifestacija koje podstiču upoznavanje i druženje studenata iz gotovo svih krajeva sveta. Jedan od boljih načina da se upoznate i družite sa ostalim studentima je i besplatan kurs itaijanskog jezika koji se organizuje svakog semestra. Što se tiče birokratije najbolje je naoružati se strpljenjem i što pre se navići na "Italian style" (kako smo mi u šali prozvali njihovu usporenost i neodgovornost).



Slika 4. Basilica of Santa Maria di Collemaggio.



Slika 6. Vikend u L'Aquili.



Slika 3. Piazza del Duomo (glavni trg).



Slika 5. Druženje u parku.

IV. AKADEMSKE AKTIVNOSTI I ISPITI

Svoje iskustvo preneću Vam kroz kurs: Mechanics of solids and Materials. Kao i u Srbiji predavanja su organizovana na isti način, gde profesor predaje usmeno, piše na tabli i koristi prezentacije. Predavanja iz ovog predmeta bila su organizovana 3x nedeljno, takodje predavanja nisu obavezna iz razloga tog što se veliki broj kurseva na Coppitu i Opttimesu (dva fakulteta za engineering u L'Aquili) održavaju u isto vreme i ukoliko nemate svoj auto teško je postići da budete tačno na vreme na jednom od fakulteta, ukoliko Vam se predavanja održavaju u malom vremenskom razmaku. Naravno, uvek je moguće doći sa zakašnjenjem na predavanja uz izvinjenje predmetnom profesoru. U koliko ste u mogucnosti bolje je prisustvovati zbog obima gradiva, kao i pravljena svojih beleški, jer u toku predavanja profesor skoro uvek napomene nešto što ne možete naći u knjizi. Računske vežbe nismo imali, ali na kraju svake nedelje dobijali smo domaće zadatke, koji su bili preduslov za izlazak na ispit.

Pored dobro opremljenih laboratorija, velika prednost je što studenti svake nedelje imaju praksu u nekoj od

lokalnih kompanija, što smatram velikom prednošću u odnosu na naše fakultete. Na žalost, ovakav režim rada je dostupan samo italijanskim studentima.

Što se tiče ispita, sve se polaže usmeno. U Italiji je to malo drugacije nego u Srbiji. U jednom roku student ima prava da izabere jedan od tri datuma koje profesor da kao zvanične datume za polaganje ispita. Ispiti se ne polažu u grupi, već pojedinačno. Nema određeni broj pitanja koje profesor postavlja, već onoliko koliko je dovoljno da profesor formira ocenu. Naravno, ako je zadovoljan dobijenim odgovorima. Za studente koji su na razmeni je to jedina mogućnost da polažu ispit, za razliku od Italijanskih studenata koji dobijaju još jednu, ponekad i dve šanse da u istom roku polažu isti ispit. Polaganje ispita preko domaćih zadataka i projekata nije moguće. Ocene se rangiraju od 18-30. Da napomenem da se ispiti ne prijavljuju, već ukoliko student polozi ispit profesor popunjava formular koji prosleđuje službi fakulteta koja registruje ocene.

Izbor kurseva je veliki, ali najveći problem sa kojim se susreću studenti na razmeni je pronalaženje kurseva na Engleskom jeziku, što ujedno i smatram najvećom manom.

V. ZAKLJUČAK

Iako smo u pocetku bili veoma uplašeni zbog odlaska u nepoznato, državi o kojoj smo svi malo toga znali (osim da je naravno jedna od najpoznatijih zemalja u svetu po svojoj kuhinji), načinu studiranja i novih ljudi koje ćemo upoznati, na kraju se ispostavilo da je to bila najbolja odluka za većinu nas, jer smo stekli samo pozitivna iskustva. ERASMUS je mnogo vise od studiranja - to je način zivota.

Boravak na inostranom univerzitetu nam je omogućio da se upoznamo sa različitim metodama rada i učenja, sto smatramo izuzetno korisnim. Divan je osećaj kada stvorite prijateljstva, koja traju i dalje bez obzira što posle završetka programa svako ode svojoj kući, na neki drugi kontinent. Ovim putem ohrabrujemo sve studente da se prijavljuju na programe razmene jer će naučiti da na život i obaveze gledaju drugim očima. Upustite se u nepoznato!

Na kraju posle 5 meseci provedenih na Univerzitetu u L'Aquili, upoznavanja i prilagođavanja na drugačiji način rada, shvatamo da je odluka da se prijavimo za Euroweb stipendiju bila prava. Pored toga što smo naučili dosta toga novog, upoznali veliki broj različitih ljudi iz gotovo svih krajeva sveta sa kojima se nadamo da ćemo održavati kontakt u budućnosti. Zaključak je da se svaka šansa treba iskoristiti. Čeka nas još 5 meseci u prelepoj L'Aquili, dosta toga za naučiti i nada da ću u buducnosti iskoristiti stečeno znanje. Verujemo da sve naše kolege treba da iskuse i studentski život van granica naše zemlje i svima bismo preporučili ovaj program. Sigurno će imati jedno nezaboravno iskustvo.



Slika 7. Sastanak sa novim Erasmus studentima



Slika 8. Ako ste u Italiji ne zaboravite da probate ove stvari



Slika 9. Prijatelji sa svih krajeva sveta

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se profesorki Veri Marković na svim neophodnim informacijama, ali najveću zahvalnost dugujem profesorima i asistentima sa Katedre za mikroelektroniku na neizmernoj podršci.

LITERATURA

[1] Sajt Univerziteta. Dostupno na: http://www.univaq.it/en/

A Review of Dosimetric Properties of RADFETs

Marko S. Andjelkovic

Abstract – RADFETs are integrating ionizing radiation dosimeters intended for measuring the absorbed dose. This work gives a short overview of the fundamental dosimetric properties of RADFETs through analysis of the most important thematic aspects on the basis of published results.

I. Introduction

Ionizing radiation dosimeters based on the *p*-type MOS field-effect transistors (pMOSFETs), also referred to as MOSFET dosimeters, RADFETs or space-charge dosimeters, have been introduced in the late 1970s, and since then they have been used extensively [1 - 7]. RADFETs are generally realized as discrete elements that comprise one or more pMOSFETs implemented on the same substrate (chip). They are sensitive to gamma, *x*, neutron, electron and proton radiation. Some typical fields where RADFETs are employed include high energy particle experiments, space-borne applications, nuclear facilities, accidental personal dosimetry and medical therapy [1 - 7].

This paper analyzes the basic dosimetric proper-ties of RADFETs by reviewing the most significant results published in renowned journals. The rest of the paper is organized as follows. In section 2, the operation principles and fundamental mechanisms of RADFETs are outlined. Section 3 describes the modes of operation and biasing configurations during irradiation. The common RADFET characterization techniques are briefly described in section 4. Section 5 analyzes the advantages and disadvantages of RADFETs. The key parameters influencing the RADFET's sensitivity are discussed in section 6. Section 7 analyzes the read-out stability and fading aspects. In section 8, different methods of annealing are briefly discussed.

II. Operation Principles and Fundamental Mechanisms

The RADFET is a specially designed pMOSFET with thick gate oxide, whereby the gate oxide thickness ranges from around 100 nm up to several μm [6]. It is suitable for measuring the absorbed doses from several mGy up to kGy values [6]. The basic concept of RADFET is the conversion of the threshold voltage shift, ΔV_T, induced by radiation, into the absorbed radiation dose, D. Therefore, measuring the threshold voltage shift is sufficient for calculating the absorbed dose. In general, the dependence between the threshold voltage shift and the absorbed dose can be expressed in the form [1]:

$$\Delta V_T = A \times D^n \tag{1}$$

where $\Delta V_T = V_T - V_{T0}$, V_T is the threshold voltage after irradiation, V_{T0} before radiation, A is a constant, and n is the degree of linearity.

The parameter n depends on oxide thickness, electric field and total absorbed dose. It was shown in numerous publications that the parameter n can vary from 0.6 to 0.98 [1, 3]. Ideally, $n = 1$, and then the parameter A represents the sensitivity, S, expressed as:

$$S = \frac{\Delta V_T}{D} \tag{2}$$

Several studies have shown that relation (1) does not depict realistically the RADFET's response because in practice ΔV_T eventually saturates at very high doses due to limited sensitive volume. Alternative analytical model that takes into account this effect has been proposed in [3].

Figure 1 depicts a typical transfer function, i.e. the relation between the threshold voltage shift and absorbed dose, of an implanted RADFET with 400 nm gate oxide, manufactured by Tyndall Institute, Cork, Ireland [8]. The photograph of a RADFET chip, from Tyndall Institute, with four on-chip transistors is shown in figure 2 [8].

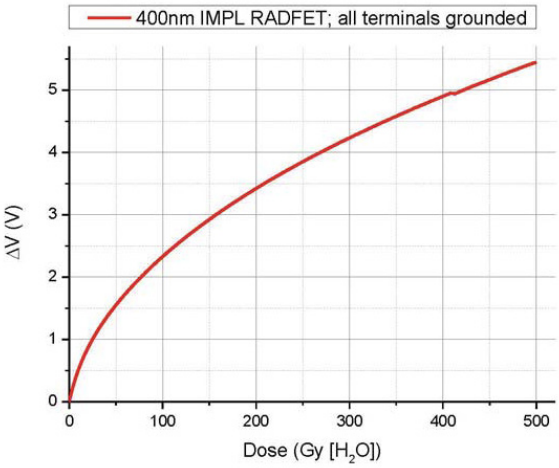


Figure 1. Typical RADFET transfer function [8]

Marko S. Andjelkovic is with the Applied Physics Laboratory, Department of Microelectronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: marko.andjelkovic@elfak.ni.ac.rs, website: www.apl.elfak.rs.

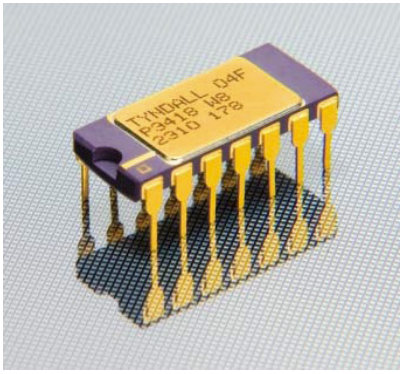


Figure 2. RADFET chip with four transistors manufactured by Tyndall National Institute[8]

When RADFET is exposed to ionizing radiation, the electrons and holes are created in the device as a result of ionization. Most of the liberated electrons eventually recombine and they do not contribute to the threshold voltage shift. The charge carriers that contribute to the threshold voltage shift are the holes generated in the gate oxide [10], as illustrated in figure 3.

A certain number of induced holes also recombine immediately after generation. However, the holes which do not recombine will drift under the influence of the electric field present in the oxide, and eventually get trapped in the SiO_2 layer and at the Si/SiO_2 interface. The hole traps exist as an intrinsic part of the RADFET's oxide due to structural imperfections of the gate oxide.

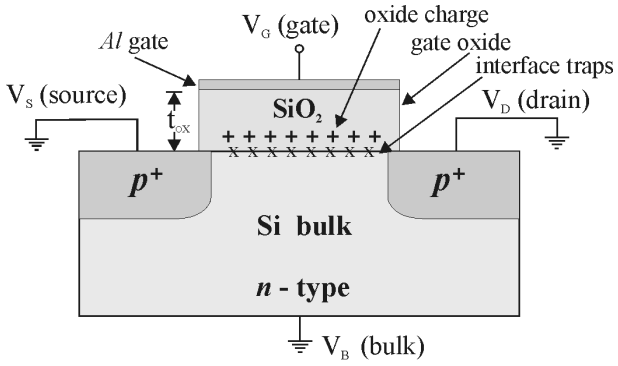


Figure 3. RADFET cross-section

The trapping of radiation-induced holes leads to the creation of positive charge in the gate oxide and creation of interface states at the Si/SiO_2 interface [9]. Both the positive charge induced in the silicon-oxide layer and the interface states contribute to the increase of the absolute value of the threshold voltage in RADFETs. Since the induced positive charge increases with the increase of absorbed dose, the threshold voltage shift is proportional to the absorbed dose as defined by the relation (1). The change of the threshold voltage, i.e. the shift of RADFET's transfer characteristic with respect to the absorbed dose is illustrated in figure 4.

Basically, the traps induced in the gate oxide are referred to as fixed traps (FT), while the traps created near and at the oxide/substrate (SiO_2/Si) interface are known as switching traps (ST) [10]. Alternative notations are also used; oxide traps (OT) is equivalent to FT, and interface traps (IT) is equivalent to ST. The STs created in the oxide, near the SiO_2/Si interface, are called the slow switching traps (SST), and the STs created at this interface are called the fast switching traps (FST). FTs represent traps in the gate oxide that do not capture the carriers from the channel, while the ST (SST + FST) represent the traps that do capture the carriers from the channel.

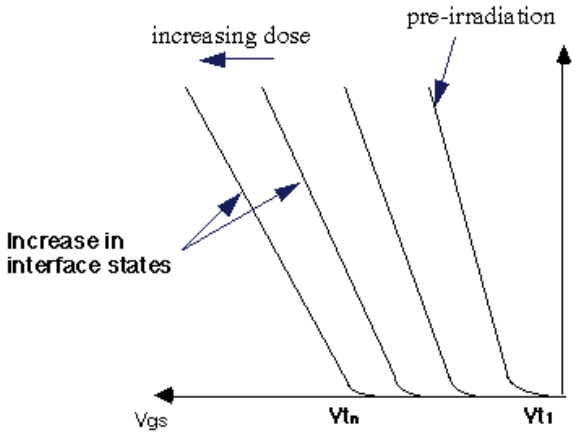


Figure 4. Transfer I-V characteristics shift for irradiated RADFET

III. Modes of Operation and Biasing During Irradiation

RADFET can operate either as passive or active dosimeter during irradiation. In passive mode, RADFET is used as a stand-alone device, and the threshold voltage is measured after irradiation. In active mode, RADFET is connected to the read-out electronics and threshold voltage is read in real-time during exposure. Choice of appropriate mode of operation depends on the requirements imposed by a specific application.

During irradiation, RADFET can be biased in one of the following modes:

- Zero-bias mode: all terminals (gate, drain, source and bulk) are grounded.
- Biased mode: gate is biased with positive or negative voltage (usually ± 5 V or ± 10 V) while other terminals are grounded.

These biasing techniques can be applied in either passive or active operation mode. In the case of active operation mode, special logic has to be applied for successive switching between the biasing mode and the read-out mode.

IV. CHARACTERIZATION TECHNIQUES

The techniques for characterizing the effects of irradiation on RADFET can be divided into two distinct categories: techniques for calculating the threshold voltage and techniques for estimating the trap density (charge separation techniques).

A. Threshold Voltage (V_T) Calculation

Numerous methods for extracting the RADFET threshold voltage have been proposed in literature [11]. Among the known methods, two of them are most often used in the case of RADFETs.

A.1 Calculation of V_T in One Point

The threshold voltage V_T, as a basic dosimetric parameter, is usually measured by applying the "one point" method. In that way, V_T represents gate voltage V_G for a given drain current I_D (usually, I_D = 10 μA in the case of pMOS dosimetric transistors). Source and bulk are shorted and represent one terminal, while drain and gate are also shorted and represent another terminal. This configuration is known as the reader circuit (R-C) configuration [2 - 6] and is illustrated in figure 5.

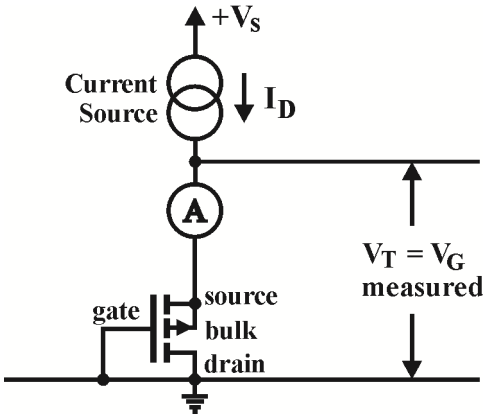


Figure 5. Reader-circuit configuration [6]

A.2 Calculation of V_T from Transfer Characteristics

The threshold voltage V_T can be determined from the transfer characteristic in saturation, as the intersection between V_G-axis and the extrapolated linear regions of the $(I_D)^{1/2}$ - V_G curves that are modeled by the following equation [12]:

$$I_D = \frac{\mu W C_{OX}}{2 L_{EFF}} \left(V_G - V_T\right)^2, \quad (3)$$

where μ is the carrier mobility, W is the channel width, C_{OX} is the gate-oxide capacitance per unit area, and L_{EFF} is the effective channel length.

B. The Charge Separation Techniques

While measurement of V_T is sufficient for calcu-lating the absorbed dose, the density of induced charge in the oxide is an important parameter for characterizing the RADFET's performance. There are several well known charge separation techniques that could be applied to RADFETs, among which the most popular are MG and CP techniques.

B.1 The Midgap-subthreshold Technique

The midgap-subthreshold (MG) technique is used for estimating the density of fixed traps (FT) and switching traps (ST) [10]. With the MG technique, the transistor's sub-threshold transfer characteristics in saturation are measured using the dc voltage source and the source-measure unit (SMU), both controlled by a PC, as shown in figure 6. The SMU should contain a dc voltage source and a dc ammeter, connected between drain and source terminals, as in figure 6. DC voltage source is applied to the transistor gate to sweep voltage in positive and negative directions with defined increment (usually 0.05V). With the SMU, the drain is biased with constant voltage (dc voltage source), V_D = const, while the source and substrate (body B) are grounded, and the drain–source current I_D is measured with dc ammeter.

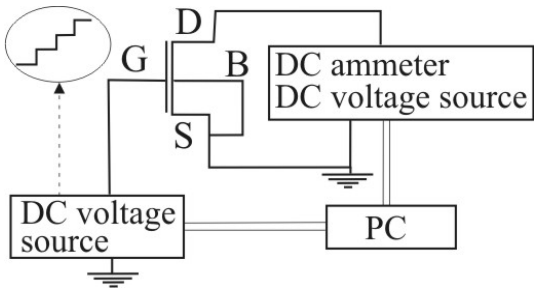


Figure 6. Setup for MG measurement [10]

The contribution of FT (ΔV_{FT}) and ST (ΔV_{ST}) to the threshold voltage shift ΔV_T can be expressed as [12]:

$$\Delta V_T = \Delta V_{FT} + \Delta V_{ST} \quad (4)$$

Both FT and ST, being positively charged, increase the absolute value of ΔV_T. ΔV_{FT} and ΔV_{ST} are determined by fitting the MG characteristics, as described in [10]. The areal density of fixed traps, ΔNft [cm^{-2}], and the areal density of switching traps, ΔNst [cm^{-2}], after irradiation could be determined as;

$$\Delta N_{FT} = \frac{C_{OX}}{q} \Delta V_{FT}, \; \Delta N_{ST} = \frac{C_{OX}}{q} \Delta V_{ST}, \quad (5)$$

where q denotes the absolute value of electron charge (q = 1.6×10^{-19} C).

B.2 The Charge Pumping Technique

The charge pumping (CP) technique is used for determination of the density of FST [10]. MG and CP techniques are different in their effective frequencies (a few *Hz* for MG compared with a few *MHz* for CP technique). The average substrate (charge pumping) current, I_{CP}, is measured while the surface is being continuously pulsed from inversion to accumulation, which results from applying repeated pulses on the gate. In the CP technique, the square or triangle pulses are applied on the gate by the function generator, and the average substrate (charge pumping) current, I_{CP}, is measured by the dc ammeter. A typical CP setup is shown in figure 7.

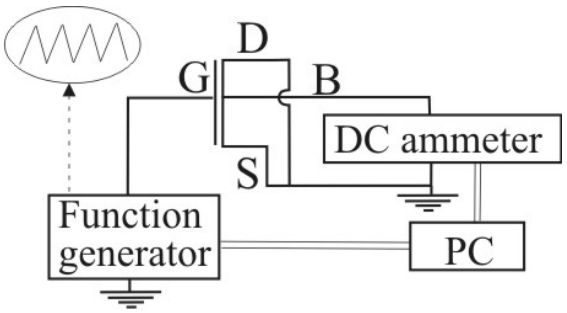


Figure 7. Setup for CP measurement [10]

The absolute switching trap density determined by CP technique, N_{ST}, can be calculated from equation [10]:

$$N_{ST} = \frac{I_{CP_MAX}}{f \times q \times A_G}, \tag{6}$$

where I_{CP_MAX} is the maximum value of charge pumping current, f is the frequency of applied pulse signal, and A_G is the area under the gate active in charge pumping ($A_G = L \times W$). The change in the areal density of switching traps is: $\Delta Nst(CP) = Nst(t) - Nst0$, where $Nst(t)$ is the absolute switching trap density during irradiation/annealing, and $Nst0$ is the absolute switching trap density before irradiation. The density $\Delta Nst(CP)$ found by the CP technique is, in fact, the density of fast switching traps (true interface trap), i.e. $\Delta Nst(CP) \approx \Delta Nfst$. Namely, as a much faster technique, CP technique can sense only the FST and eventually just the fastest among SST. The simultaneous use of both MG and CP techniques provides more accurate characterization.

V. Advantages and Disadvantages

RADFETs have both advantages and disadvanta-ges which must be carefully addressed in every practical application. The advantages of RADFETs are: (1) Immediate and non-destructive readout of dosimetric information, (2) Small size of the sensor element (typical area of the sensing element is 1 mm^2), (3) Ability to store the information on the absorbed dose, (4) Capability of operation in wide dose range, (5) Very low power consumption (possibility of operation without voltage bias), (6) Require very simple electronics for read-out.

The disadvantages of RADFETs are: (1) Energy dependence (2) Relatively low resolution (starting from about 10^{-2} Gy), (3) Limited reusability, (4) Sensitivity variation with respect to dose rate for low absorbed doses (enhanced low dose rate effect), (5) Inability to measure dose rate in real-time.

VI. Parameters Influencing Sensitivity

The read-out sensitivity of RADFET depends on a number of factors that have been thoroughly studied in numerous publications. Basically, some of the parameters can be exploited for deliberate increase of the sensitivity, while others inherently affect the RADFET's sensitivity. Following is a short overview of the most important parameters affecting the RADFET's readout sensitivity.

A. Gate Bias Voltage

Although RADFETs can operate without voltage bias on the gate, the sensitivity to radiation can be significantly enhanced by applying a positive bias voltage on the gate. A number of studies have confirmed that the sensitivity increases linearly with the applied gate bias voltage, whereby the sensitivity is higher for positive bias than for negative bias. This can be illustrated by the results from [13], as depicted in figure 8.

Generally, for both positive and negative gate bias, the sensitivity increases with the increase of the absolute value of voltage bias applied on the gate terminal. However, the practical value of the biasing voltage that can be applied is limited by the power supply voltage used in a specific application.

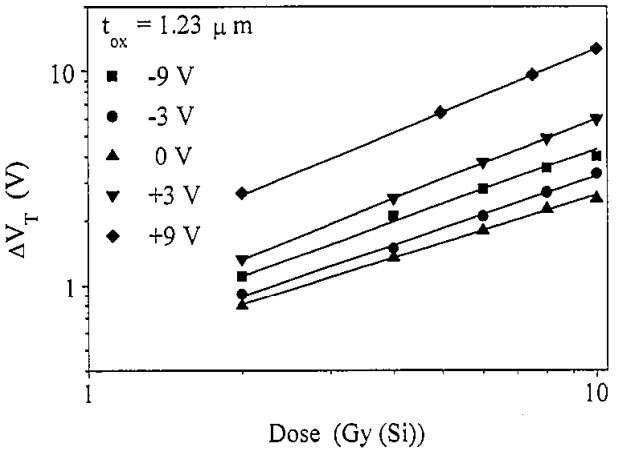


Figure 8. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for various gate bias levels [13]

B. Oxide Thickness

Increasing the oxide layer thickness is a common method for enhancing the RADFET's radiation sensitivity. By increasing the oxide thickness, the oxide volume available for charge trapping is increased, resulting in higher radiation sensitivity. Figure 9 depicts the variation of threshold voltage shift with absorbed dose for 6 different oxide thicknesses irradiated at the dose rate of 1.2×10^{-2} Gy/s in zero-bias mode [14]. However, the thickness of the gate oxide layer cannot be increased indefinitely due to limitations in the processing technology. In practice the oxide layers with thickness up to few μm can be realized.

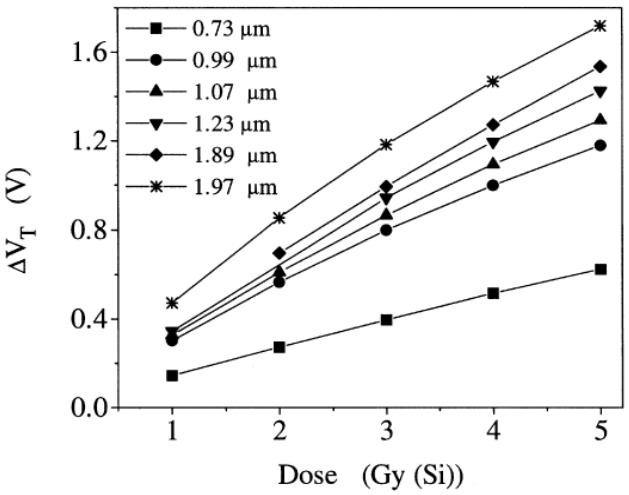


Figure 9. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for various gate thicknesses in zero-bias mode [14]

C. Dual Layer Gate Oxide

An interesting approach for increasing the read-out sensitivity of RADFET is the use of thick gate oxide fabricated as two-layer structure, the so-called ”sandwich” structure, consisting of a layer of thermal oxide and a layer of CVD (chemical vapour deposition) oxide [2]. It was shown in [14] that the two-layer oxide structures provide better sensitivity in comparison to one-layer oxides, for the same thickness. Moreover, with two-layer structure it is possible to realize thicker oxides than with single layer.

D. Stacking Multiple RADFETs

The RADFET's sensitivity can be significantly enhanced by stacking multiple RADFETs, i.e. connecting multiple RADFETs on the same substrate, as illustrated in figure 10 [15]. As a consequence of stacking, lower doses, typically in the mGy range, can be measured [15, 16]. The stacking has the potential to bring the RADFETs within the dose range needed for personal dosimetry in health and safety domains, where much lower doses than in accidental personal dosimetry have to be measured. Figure 11 depicts the sensitivity variation for various stacked configurations (up to 14 stacked RADFETs) [14].

It was demonstrated in [14] that the stack of up to 14 transistors can measure absorbed doses from 10^{-4} to 5×10^{3} Gy with good accuracy and acceptable output voltage value if the temperature is monitored to ±5°C during reading. The main disadvantage of the stacked configuration is that the electronic noise increases with increase of the number of transistors [15].

The sensitivity increase due to stacking is not linear. For example, it was shown in [15] that the stacking of 40 transistors results in approximately 220 times higher sensitivity in contrast to single transistor configuration. Additionally, the good aspects are that the percentile fading and drift of the read-out are not degraded with stacking.

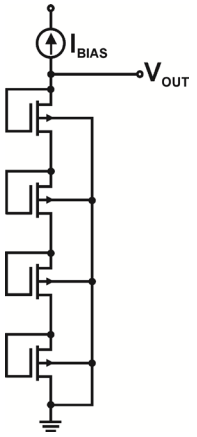


Figure 10. Stacked configuration for 4 RADFETs

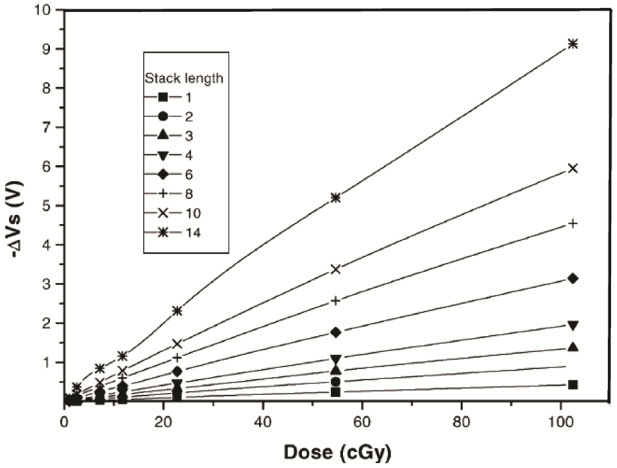


Figure 11. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for various stacked configurations [15]

E. Dose Rate Dependence

RADFETs exhibit dose rate dependence, in the sense that the change of the threshold voltage shift with respect to absorbed dose varies in accordance with the radiation dose rate [17, 18]. This effect is particularly pronounced at low dose rates and for low doses, and it is thus referred to as

enhanced low dose rate (ELDR) effect. In [17], ELDR effect was reported for 400 nm implanted gate oxide RADFETs, manufactured by Tyndall National Institute from Ireland. The RADFETs were irradiated at three different dose rates of 4.5, 9, and 45 Gy(Si)/h up to the total absorbed dose of 45 Gy(Si), as illustrated in figure 12. In [18], the dose rate dependence of RADFETs was attributed to different formation/annihilation rates of oxide and interface traps at different dose rates.

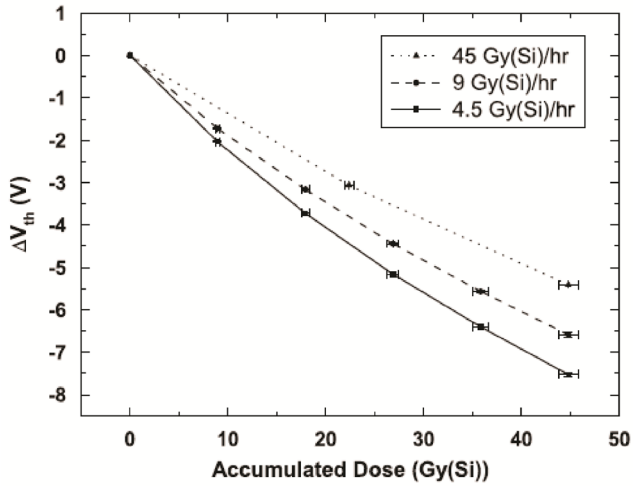


Figure 12. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for various dose rates [18]

F. Energy Dependence

The sensitivity of RADFETs is energy dependent [10], and it is expressed by the dose enhancement factor (DEF). The DEF represents the relation between the sensitivity at incident radiation energy (S_{hv}) and the sensitivity at photons from source Co^{60} ($S_{1.25}$);

$$DEF = \frac{S_{hv}}{S_{1.25}} \tag{7}$$

The RADFET has different response not only for different energies but also for different types of irradiation. In [19] it was shown that RADFET's response is lower under gamma exposure than under x-ray exposure, as illustrated in figure 13. Significantly lower response during irradiation by gamma rays than by X-rays is a consequence of different photon energies which interact with atoms in the material. Namely, X-ray photons with energies of 90 and 140 keV lead to atom ionization by photoelectric effect, and also this process is more dominant for lower photon energies (in our case this was for energies of 90 keV). Gamma-ray photons lead to atom ionization by Compton's effect. Since the probability for atom ionization by photoelectric effect is significantly higher than that by Compton's effect, a larger number of positive trap charge is formed during X-ray irradiation than during gamma-ray irradiation which directly affects the change in ΔV_T values.

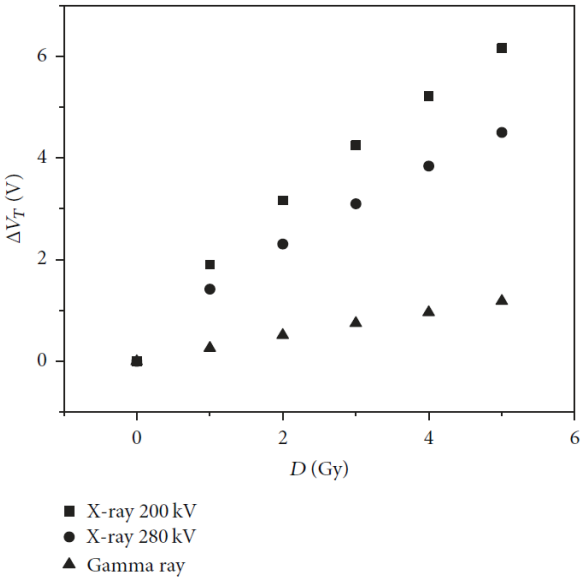


Figure 13. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for gamma and x-ray irradiation [19]

G. Packaging Effects

The response of RADFET has shown considerable dependence with respect to the type of packaging [20, 21]. In [20] the RADFET's response was studied by analyzing the sensitivity variation at various x-ray energies for three packaging cases: with kovar (metal) lid, with ceramic lid and without lid (bare). The energy response of the bare die was essentially flat. Devices with ceramic lids had moderate energy dependence. However, the device with the kovar lid demonstrated a significant increase in response with increasing energy, as illustrated in figure 14. This would be expected due to the interaction of the primary radiation with the metal, causing secondary photons to be emitted. Hence, it was concluded that the ceramic packaging is better option than metal packaging in applications where a lid is required.

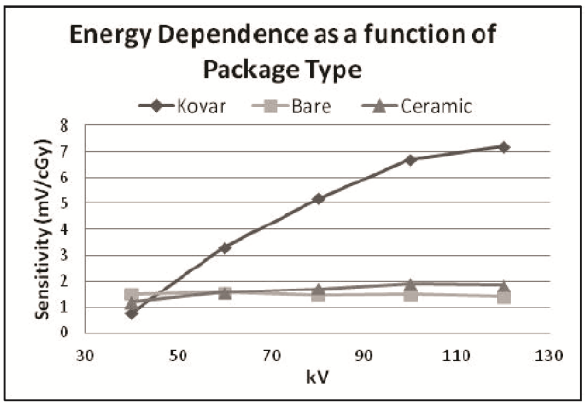


Figure 14. Energy dependence of sensitivity as a function of packaging type [20]

H. Temperature Dependence

The temperature dependence of the RADFET's radiation-induced response has been reported in numerous papers and an example illustrating this dependence is depicted in figure 15 [22]. This dependence may induce a degradation of the intrinsic accuracy of the dosimeter response when a fractional dose is measured with a dosimeter already irradiated to a higher integrated dose [15]. Due to temperature dependence, biasing a RADFET at zero temperature coefficient (ZTC) point to measure the gate-source voltage with "one-point" method can improve the read-out precision of the dosimeter and compensate for the temperature effect.

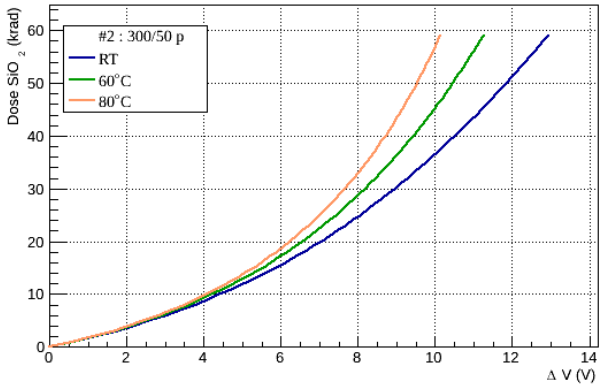


Figure 15. Variation of threshold voltage shift with absorbed dose for various temperatures [22]

VII. Read-out Stability and Fading

Apart from the expressive threshold voltage shift during irradiation, the RADFET has to satisfy another important criterion: long-term stability of threshold voltage shift after irradiation. In other words, RADFET should exhibit low fading of threshold voltage. This is necessary because in practical applications the threshold voltage usually cannot be measured immediately after irradiation and therefore the threshold voltage should be preserved. Nevertheless, RADFETs exhibit certain loss of information (fading) after irradiation, resulting from variation of FT and ST densities. The fading is defined as [10],

$$f = \frac{V_T(0)-V_T(t)}{V_T(0)-V_{T0}} = \frac{V_T(0)-V_T(t)}{\Delta V_T(0)}, \quad (8)$$

where V_{T0} is the pre-irradiation threshold voltage, $V_T(0)$ is the threshold voltage immediately after irradiation, $V_T(t)$ is the threshold voltage after annealing time t and $\Delta V_T(0)$ is the threshold voltage shift immediately after irradiation. It has to be noted that fading is important issue in passive mode of operation, while in active mode the threshold voltage can be measured and the results stored in memory to save the actual value.

VIII. Annealing Techniques

Annealing is the process of partial or complete recovery of the threshold voltage back to the preirradiation state. In the case of RADFET, annealing is especially useful from the aspect of re-usability [23]. Namely, by recovering the threshold voltage the RADFET becomes suitable for additional irradiation sessions. So far, four common annealing techniques have been reported and analyzed: spontaneous annealing, thermal annealing, UV annealing and current annealing.

A. Spontaneous Annealing

Spontaneous annealing is related to the recovery of the threshold voltage at room temperature, and as such, it is correlated with fading effect. In order to speed up the spontaneous annealing, the gate can be biased with positive voltage (usually 5 V or 10 V).

B. Thermal Annealing

Thermal annealing is performed by heating up the RADFET and it provides larger recovery than spontaneous annealing. Two different thermal annealing techniques are distinguished: isothermal and isochronal annealing [24]. The isothermal annealing is conducted by heating the RADFET at fixed temperature for a certain period of time. On the other hand, the isochronal annealing is accomplished by heating the RADFET at various temperatures for a fixed time, while the temperature is increased such that the temperature difference between the two consecutive heating sessions is kept constant.

C. UV Annealing

UV annealing is a relatively simple, but quite efficient technique for recovering the threshold voltage. It is performed by exposing the RADFET to low energy UV radiation, while the cap on the RADFET chip has to be removed during exposure. During UV annealing, the RADFET's gate can be unbiased or positively biased. It was shown in [24] that the largest recovery of the threshold voltage is obtained for zero-bias during annealing.

D. Current Annealing

The current annealing is based on injection of current into the RADFET (through gate or drain), and the two possible current annealing techniques are pulsed current annealing and direct current annealing [25]. Very detailed analysis of both current annealing techniques can be found in [25]. Although the results from [25] are related to a special type of pMOS dosimeter, the MOSkin dosimeter, they can also be applicable to conventional RADFETs.

IX. Conclusion

This paper sublimates the most important dosi-metric features of RADFETs, addressing the key results published in renowned international journals and in inter-national conferences proceedings. The themes covered in this work include: operation principles and fundamental mechanisms, operation modes and biasing regimes during irradiation, characterization techniques, advantages and disadvantages, factors influencing the sensitivity, read-out stability and fading aspects, and annealing techniques.

Acknowledgement

This work was conducted within the project III43011, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia. I would like to thank Prof. Dr Goran S. Ristic, head of the Applied Physics Laboratory, for valuable suggestions that were helpful in preparation of this work.

References

[1] A. Holmes-Siedle, L. Adams, “RADFET: A Review of the Use of Metal-Oxide-Silicon Devices as Integrating Dosi-meters,” *Radiation Physics and Chemistry*, Volume 28, Issue 2, pp. 235 – 244, 1986.

[2] G. S. Ristic, N. D. Vasovic, M. Kovacevic, A.B. Jaksic, "The Sensitivity of 100 nm RADFETs with Zero Gate Bias up to the Total Dose of 230 Gy(Si)", *Nucl. Instr. and Methods in Physics Research B*, Issue 269, pp. 2703 - 2708, 2011.

[3] A. Jaksic, Y. Kimoto, V. Ogourtsov, V. Polischuk, A. Mohammadzadeh, A. Mathewson, "The Effect of Different Biasing Configurations on RADFET Response Measured by an Automated System", *In Proceedings of the 7th European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems, RADECS 2003*, Netherlands.

[4] A. Jaksic, G. Ristic, M. Pejovic, A. Mohammadzadeh, C. Sudre, W. Lane, “Gamma Ray Irradiation and Post-irradiation Effects of High Dose Range RADFETs,” *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Volume 49, Issue 3, 2002.

[5] M. M. Pejovic, M. M. Pejovic, A. B. Jaksic, “Contribution of Fixed Oxide Traps to Sensitivity of pMOS Dosimeters During Gamma Ray Irradiation and Annealing at Room and Elevated Temperature,” *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 174, pp. 85 – 90, 2012.

[6] N. D. Vasovic, G. S. Ristic, "A New Microcontroller-based RADFET Dosimeter Reader," *Radiation Measurements*, Volume 47, pp. 272 - 276, 2012.

[7] C. Benson, R. Price, J. Silvie, A. Jaksic, M. Joyce, “Radiation-induced Statistical Uncertainty in the Threshold Voltage Measurement of MOSFET Dosimeters,” *Physics in Medicine and Biology*, Volume 49, pp. 3145 – 3159, 2004.

[8] Available online: http://tyndallworks.com/downloads.

[9] A. Kelleher, N. McDonnell, B. O'Neill, W. Lane, L. Adams, “The effect of gate-oxide process variations on the long-term fading of PMOS dosimeters,” *Sensors and Actuators A: Physical*, Volumes 37–38, June–August 1993, pp. 370-374.

[10] G. S. Ristic, "Influence of Ionizing Radiation and Hot Carrier Injection on Metal Oxide Semiconductor Transistors," *Journal of Physics D: Applied Physics*, Volume 41, 19 pp, 2008.

[11] A. Ortiz-Conde, F. J. Garcia Sanchez, J. J. Liou, A. Cardeira, M. Estrada, Y. Yue, "A Review of Recent MOSFET Threshold Voltage Extraction Methods," *Microelectronics Reliability*, Volume 42, pp. 583 - 596, 2002.

[12] P. J. McWorther, P. S. Winokur, “Simple Technique for Separating the Effects of Interface Traps and Trapped-Oxide Charge in Metal Oxide Semiconductor Transistors,” *Applied Physics Letters*, Volume 48, pp. 133 – 135, 1986..

[13] G. Ristic, S. Golubovic, M. Pejovic, "Sensitivity and Fading of PMOS Dosimeters with Thick Gate Oxide," *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 51, pp. 153 - 158, 1996.

[14] G. Ristic, A. Jaksic, M. Pejovic, "pMOS Dosimetric Transistors with Two-Layer Gate Oxide," *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 63, pp. 129 - 143, 1997.

[15] G. Sarrabayrouse, V. Polyschuk, "MOS Ionizing Radiation Dosimeters: From Low to High Dose Measurement," *Radiation Physics and Chemistry*, Volume 61, pp. 511 - 513, 2001.

[16] B. O'Connel, A. Kelleher, W. Lane, "Stacked RADFETs for Increased Radiation Sensitivity," *In Proceedings of the European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems, RADECS 1995*.

[17] A. Jaksic, Y. Kimoto, A. Mohammadzadeh, A. Mathewson, "Dose Rate Dependence of RADFET Irradiation and Post-irradiation Responses," *In Proceedings of the 24th International Conference on Microelectronics MIEL-2004, Volume 2,* 16 – 19 May, Nis, Serbia.

[18] D. H. Ko, S. J. Kima, K. W. Mina, J. Parka, K.S. Ryub, "Enhanced Low Dose Rate Effect of the Radiation Sensitive Field Effect Transistors Developed by the National Microelectronics Research Center", *Nucl. Instr. and Methods in Physics Research A*, Issue 458, pp. 440 - 443, 2008.

[19] M. Pejovic, O. Bjelac, M. Kovacevic, Z. Rajovic, G. Ilic, "Sensitivity of p-Channel MOSFET to X- and Gamma Ray Irradiation," *International Journal of Photoenergy*, 2013.

[20] A. McGarrigle, N. Vasovic, A. Jaksic, A. Mathewson, "Characterization of RADFET Devices in the Diagnostic Energy Range," *In the Proceedings of the First International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research, RAD2012*, Nis, 2012.

[21] G. J. Bruckner, S. Kronenberg, F. Gentner, "Effects on Package Geometry, Materials and Die Design of Energy Dependence of pMOS Dosimeters," *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Volume Ns-42, pp. 33 - 40, 1995.

[22] P. Goncalves, A. Keating, A. Trindade, P. Rodrigues, M. Ferreira, P. Assis, M. Muschitiello, N. Nickson, C. Poivey, “Calibration of RADFETs for the Component Technology Test-Bed (CTTB) of the Alphasat Spacecraft Radiation Environment and Effects Facility (AEEF),” *ESA-CNES Final Presentation Days*, June 2013.

[23] A. Kelleher, N. McDonnell, B. O'Neall, W. Lane, "Investigation into the Re-use of PMOS Dosimeters," *IEEE Trans. on Nuclear Science*, Volume 41, pp. 445–451, 1994.

[24] G. S. Ristic, "Thermal and UV Annealing of Irradiated pMOS Dosimetric Transistors," *Journal of Physics D: Applied Physics*, Volume 42, 2009.

[25] S. Alshaikh, M. Carolan, M. Petasecca, M. Lerch, A. Rosenfeld, "Direct and Pulsed Current Annealing of pMOSFET based Dosimeter: the MOSkin," *Australasian Physics and Engineering Science in Medicine*, Volume 37, pp. 311 – 319, 2014.

Projektovanje linearnog izvora napajanja

Miloš Mitić, Đorđe Veličković, Nikola Popović, Bogdan Trajković, Ivan Zlatković

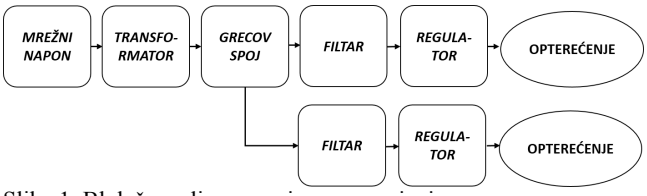
Sadržaj – U ovom radu objašnjeno je projektovanje električne šeme i *layout*-a štampane ploče linearnog izvora napajanja koji ima mogućnost podešavanja izlaznog napona od ±15V do ±17V. Izlazne struje projektovanog uređaja su od 250mA do 350mA.

I. Uvod

Kod linearnih izvora napajanja se, u opštem slučaju, ulazni napon vrednosti V_{IN} transformiše u izlazni napon vrednosti V_{OUT} na principu promenljive provodnosti komponente koja se nalazi između ulaza i izlaza, pri čemu je $V_{OUT} < V_{IN}$. Ako je izlazna struja I_{OUT}, onda je snaga koja se disipira na takvoj komponenti $(V_{IN} - V_{OUT})I_{OUT}$. Izvori napajanja koji se najčešće sreću u praksi transformišu naizmenični napon iz gradske mreže u stabilisani jednosmerni napon određene vrednosti. Osnovna karakteristika ovih izvora napajanja je prisustvo mrežnog transformatora u ispravljačkom bloku.

Značajan nedostatak izvora napajanja ogleda se u osetljivosti na promene amplitude mrežnog napona. Zbog toga se za dodatnu stabilizaciju jednosmernog napona koriste linearni stabilizatori napona. To su integrisana kola koja omogućavaju da vrednost izlaznog napona bude nezavisna od varijacija ulaznog napona, opterećenja i temperature.

Imajući u vidu da se projektuje linearni izvor napajanja sa mogućnošću podešavanja izlaznog napona od ±15V do ±17V, uređaj se sastoji iz više blokova što je i ilustrovano na slici 1.



Slika 1. Blok šema linearnog izvora napajanja

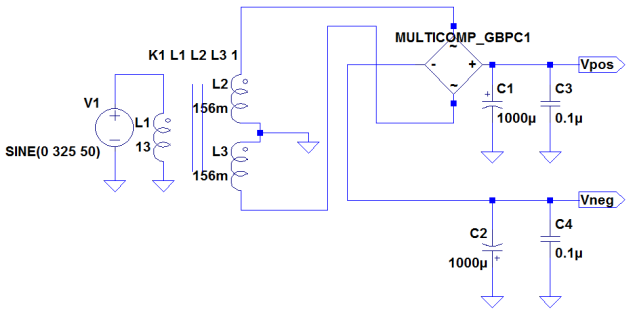
Uređaj koristi mrežni napon 230V/50Hz. Takav napon dovodi se do transformatora čija je uloga da smanji amplitudu ulaznog napona. Nakon transformatora vezuje se blok koji vrši odvajanje pozitivnih od negativnih poluperioda i usmerava ih dalje na filtre. Ovaj blok omogućuje simetrično napajanje potrošača. U ovom bloku iskorišćen je Grecov spoj. Na dalje vezani su filtarski i regulatorski blok. Po jedan filtar i regulator vezuju se na pozitivni i negativni napon koji izlazi iz Grecovog spoja. Filtre u ovom slučaju pretstavljaju veliki kondenzatori koji trebaju da obezbede stabilan nivo napona. Taj napon biva dodatno stabilisan u naponskom regulatoru.

Miloš Mitić, Đorđe Veličković, Nikola Popović, Bogdan Trajković i Ivan Zlatković su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: mmitic@elfak.rs, velicko992.2@hotmail.com, dgzeta@gmail.com, bogdan0403991@gmail.com, ivanzlatkovic90@hotmail.com

II. Simulacija u programskom paketu *LTSpice*

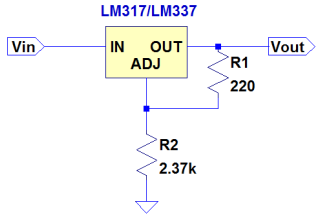
Projektovanje električne šeme i njena simulacija urađena je u programskom paketu *LTSpice*.

Imajući u vidu da se uređaj projektuje za rad na mrežnom naponu, potreban je transformator. Proračun transformatora je složen postupak. Na tržištu nalazi veliki broj komercijalno raspoloživih mrežnih transformatora i pri izboru, pored odnosa transformacije, potrebno obratiti posebnu pažnju na maksimalno opterećenje. Izabran je mrežni transformator *Myrra 44311* [1]. Parametri transformatora su eksperimentalno izmereni pomoću RLC metra *Agilent 4284A* za potrebe simulacije. Mereni parametri transformatora su: induktivnost primara 13H, serijska otpornost primara 424Ω, induktivnost sekundara 156mH i serijska otpornost sekundara 8Ω. Ispravljanje naizmeničnog napona se može izvesti na više načina, ali je u praksi najzastupljenije ispravljanje pomoću Grecovog spoja. Oblik napona na izlazu Grecovog spoja nije pogodan za praktičnu upotrebu, pa se zbog toga uvodi filtarski blok koji se u najprostijem slučaju sastoji od po jednog elektrolitskog kondenzatora. Nakon elektrolitskog vezan je po jedan tantalski kondenzator - *by-pass* kondenzator vrednosti 1μF. On je potreban ukoliko je regulator udaljen više od 15cm od filtarskog bloka i njegova uloga je da spreči oscilacije u kolu. Kako se ova dva kondenzatora nalaze ispred regulatora, to znači da se polarišu naponom od 36V. Imajući to u vidu pri izboru kondenzatora mora se voditi računa o njihovim probojnim naponima. U ovom pasusu opisan je prvi deo električne šeme uređaja, tj. deo do regulatora i isti je prikazan na slici 2.



Slika 2. Prvi deo šeme linearnog izvora napajanja

Postoji nekoliko konfiguracija linearnog izvora napajanja koje se razlikuju po tipu naponskog regulatora. U ovom radu opisano je projektovanje uređaja sa 2 naponska regulatora, jednim pozitivnim i jednim negativnim, i to LM317 i LM337K i to u konfiguraciji koja je prikazana na slici 3.



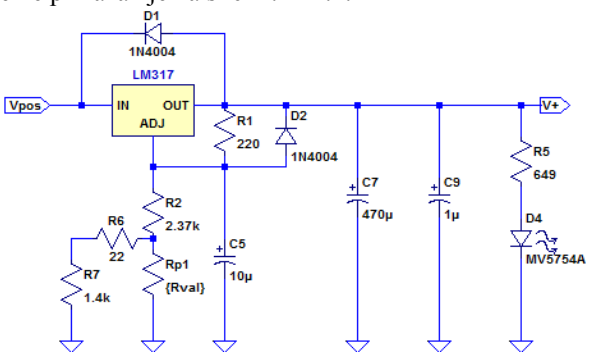
Slika 3. Konfiguracija regulatora napona

Zavisnost napona na izlazu regulatora je izražena formulom:

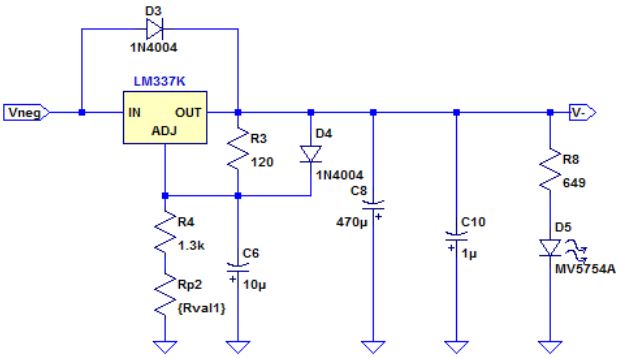
$$V_{out} = 1.25V(1+\frac{R_2}{R_1}) + I_{adj}(R_2). \quad (1)$$

Da bi bilo moguće podešavati vrednost izlaznog napona od ±15V do ±17V koriste se 2 potenciometra i to R_{P1} i R_{P2} čije su vrednosti izračunate na osnovu jednačine (1) i kreću se u opsegu od 1Ω do 500Ω i od 1Ω do 200Ω, respektivno.

Ispred oba ispravljača vezana je po jedna TVS dioda BZW06-48B [2] kao zašitita od prevelikih napona koji bi se mogli javiti usled otkaza transformatora ili Grecovog spoja, tj. od pojave naponskih pikova visoke vrednosti. Probojni napon diode odgovara maksimalnom dozvoljenom ulaznom naponu kola koje se štiti – regulatora i iznosi ±47.8V imajući u vidu da je maksimalna razlika između izlaza i ulaza na regulatoru 30V [3,4]. Diode D1, D2, D3 i D4 su diode 1N4004 i u ovoj konfiguraciji služe za zaštitu od kratkog spoja, a vezane su po uputstvu korišćenja naponskih regulatora [3,4]. Na izlazima ispravljača su postavljena i po dva kondenzatora i to elektrolitski vrednosti 470μF koji ima zadatak da dodatno „pegla“ napon, a tantalski kondenzator predstavlja *by-pass* kondenzator vrednosti 1μF čiji je zadatak da spreči oscilacije u kolu. Nakon kondenzatora postavljen je po jedna LE dioda kao indikator da kolo funkcioniše, odnosno da daje projektovanu vrednost napona na izlazu. Ovaj deo šeme prikazan je na slici 4.1 i 4.2.

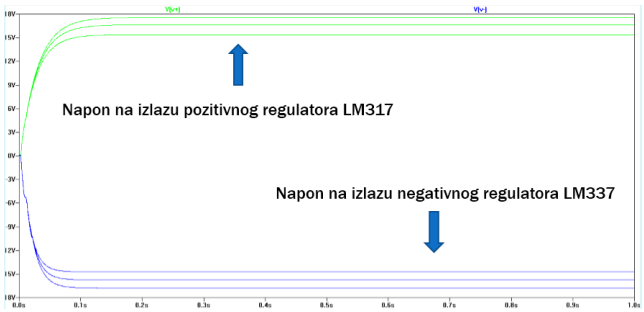


Slika 4.1 Deo šeme linearnog izvora napajanja sa pozitivnim naponskim regulatorom



Slika 4.2 Deo šeme linearnog izvora napajanja sa negativnim naponskim regulatorom

Na slici 5 prikazan je izlazni napon uređaja i to za tri različite vrednosti potenciometra u čijoj je funkciji izlazni napon V_{out}.



Slika 5. Izlazni napon uređaja

III. PROJEKTOVANJE UREĐAJA U PROGRAMSKIM PAKETIMA *ALTIUM DESIGNER* I *SOLIDEDGE*

Pre nego što se počne sa razmatranjem veličine štampane pločice i njenog projektovanja bitno je imati u vidu da postoji disipacija snage na regulatorima napona LM317 i LM337. Disipacija snage na regulatorima se može odrediti pomoću aproksimativne formule [4]:

$$P_D \approx (V_{IN} - V_{OUT})I_L. \quad (2)$$

Proračunato je da je disipacija 7.5W po čipu, pa je potrebno predvideti odvođenje viška toplote kako bi se obezbedio rad na adekvatnoj temperaturi. Odvođenje toplote ostvaruje se preko hladnjaka. Izabran je hladnjak proizvođača *Fischer Elektronik* oznake SK47/75SA dimenzija (200x75x40)mm [5]. Zbog svoje veličine hladnjak u velikoj meri diktira i veličinu pločice i izbor kutije u koju se smešta uređaj. Izabrana je metalna kutija proizvođača Hammond sa oznakom 1402H [6] da bi postojala mogućnost uzemljenja uređaja zato što se radi sa mrežnim naponom.

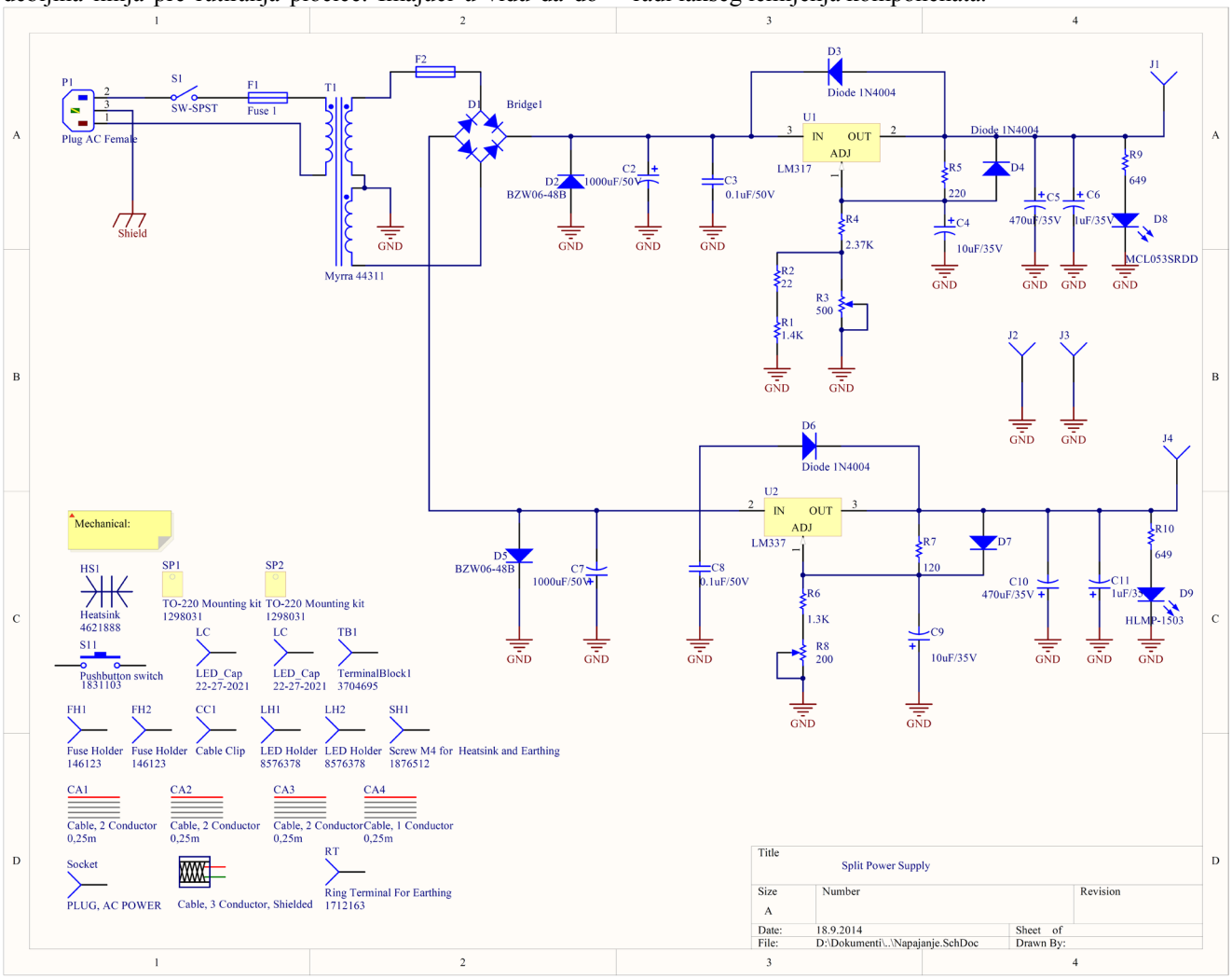
Šema uređaja u programskom paketu *Altium Designer* na osnovu koje se pravi *layout* štampane ploče prikazana je na slici 6. Šema sadrži standardni IEC konektor za

povezivanje na električnu mrežu (P_1). U ovoj električnoj šemi predviđen je i mehanički prekidač za uključivanje/isključivanje uređaja (S_1), zatim i osigurači u primaru (F_1) i sekundaru (F_2) transformatora za zaštitu od prevelike struje, kao i uzemljenje budući da se radi sa mrežnim naponom. Izlazni napon uređaja je obezbeđen na trnovima J_1 i J_4, dok trnovi J_2 i J_3 služe za masu.

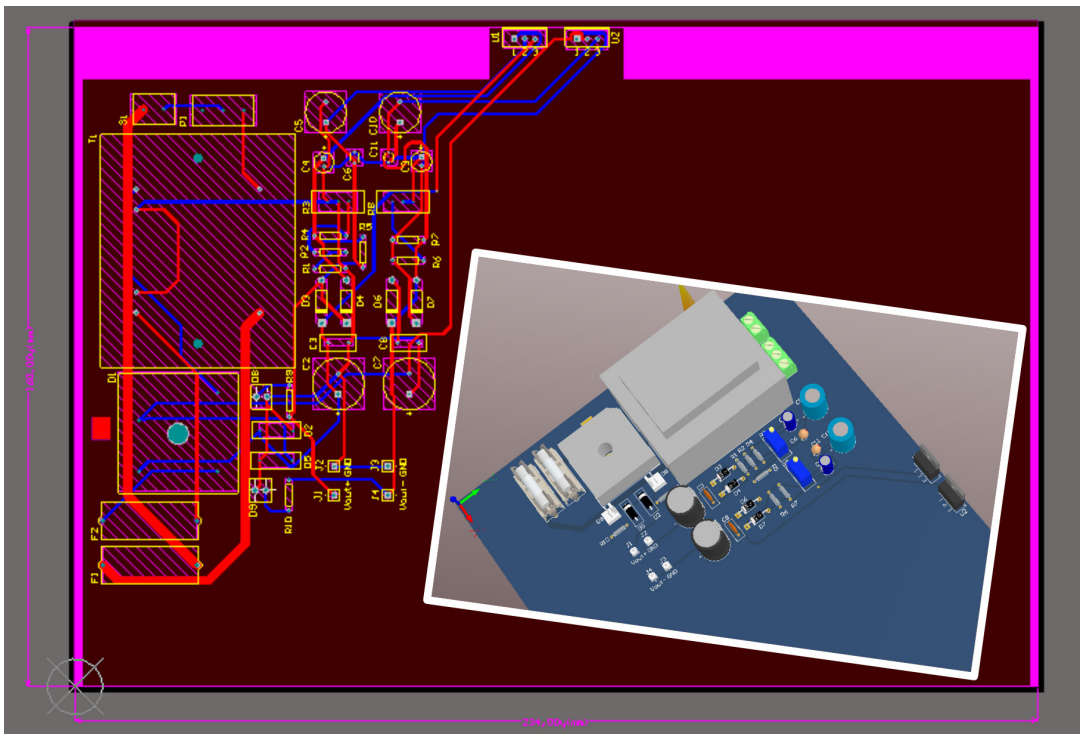
Pored aktivnih električnih komponenata za projektovanje ovog uređaja potrebne su i mehaničke komponente: hladnjak, 2 para dodatnih komponenti za montiranje čipova na hladnjak (liskunski podmetači i sl.), 2 trna na koja se kače LED za indikaciju, 2 držača za osigurač, 2 držača za LED, držač za kabli, šrafovi za hladnjak i uzemljenje, kablovi, utičnica, kabl sa IEC konektorom (muški kraj) i podložak za uzemljenje.

Komponente na štampanoj ploči su postavljene vodeći računa o pristupačnosti i logici kola. Posle toga određena je debljina linija pre rutiranja pločice. Imajući u vidu da do transformatora ide mrežni napon, poželjno je da tu linije budu što šire i što više međusobno udaljene. Određene su sledeće vrednosti: minimalna debljina linija 0.762mm, maksimalna debljina linija 3.81mm i poželjna debljina linija 2.286mm. Za ostatak kola postavljena je sledeća debljina linija: minimalna 0.254mm, maksimalna 0.762mm i poželjna 3.81mm.

Layout projektovane štampane ploče u 2D prikazu i njen deo u 3D prikazu posle rutiranja dat je na slici 7. Na slici 7 se takođe može videti i *keep-out* sloj koji će nakon završenog postupka izrade štampane ploče biti odsečen. Dizajn pločice je takav da su regulatori na zadnjoj strani pločice gde će biti odvojeni zbog disipacije snage i ugradnje hladnjaka. Linije plave boje predstavljaju linije veze koje se nalaze sa donje strane pločice, a crvene sa gornje i one su povezane sa minimalnim brojem vija. Takođe se vide i svi designatori, a nijedan nije uklonjen radi lakšeg lemljenja komponenata.

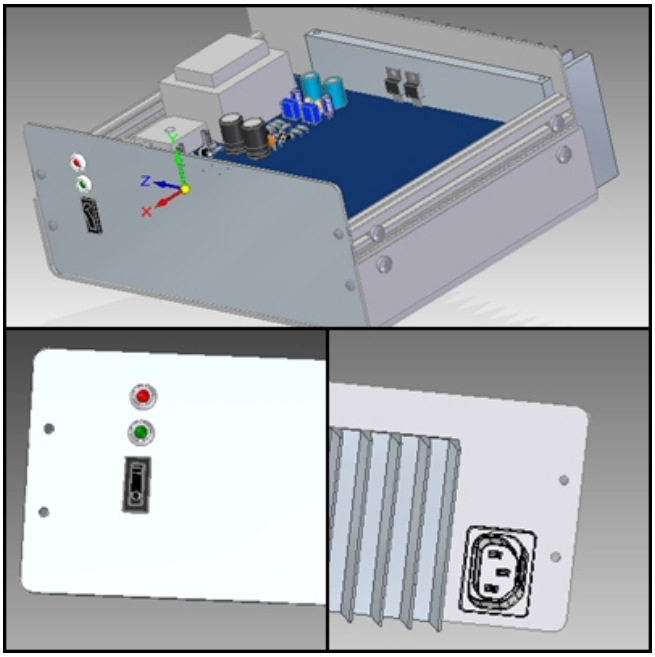


Slika 6. Kompletna šema uređaja



Slika 7. 2D i 3D dizajn štampane ploče

U programskom paketu *SolidEdge* odrađen je *MCAD (Mechanical computer-aided design)* uređaja. Na slici 8 prikazana je štampana ploča smeštena u kutiju, prednji deo kutije na kojoj se nalazi prekidač i LED indikacija i zadnji deo kutije sa hladnjakom i IEC konektorom.



Slika 8. Uređaj u kutiji, deo prednjeg panela i deo zadnjeg panela

IV. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana jedan od načina projektovanja linearnog izvora napajanja. Prikazan je predlog realizacije uređaja na štampanoj ploči i njen dizajn. Prednost ovakvog izvora napajanja u odnosu na ostale, a naročito prekidačke je veoma stabilan napon na izlazu, a mana je veličina uređaja pre svega zbog gabarita transformatora i hladnjaka.

ZAHVALNICA

Autori rada zahvaljuju prof. dr Zoranu Prijiću i doc. dr Danijelu Dankoviću na stručnim savetima i korisnim sugestijama u izradi ovog rada.

Projektovanje uređaja je rađeno u sklopu projektnog zadatka iz predmeta Projektovanje štampanih ploča na studijskom modulu Elektronske komponente i mikrosistemi Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] MYRRA 44311, Datasheet, Myrra, 2014. [On Line]. Dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/41189.pdf
[2] BZW06-48B, Datasheet ST, 2014 [On Line]. Dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/1689747.pdf
[3] LM317, Datasheet, ON Semiconductor, 2014. [On Line]. Dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/87755.pdf
[4] LM337K, Datasheet, ON Semiconductor, 2014. [On Line]. Dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/89865.pdf
[5] Z. Prijić, Projektovanje mikrosistema, predavanja, Niš, 2007.
[6] Hammond 1402H, Datasheet, Hammond Manufacturing, 2014. [On Line].Dostupno na: http://www.hammondmfg.com/pdf/1402H.pdf

Simulacija mrežnog fotonaponskog sistema

Miloš Đorđević, Milan Savić, Alekasandar Vulović i Miloš Rajković

Sadržaj – U ovom radu su prikazane simulacije mrežnih (engl. Grid Connected) solarnih sistema u okviru softverskog paketa PVsyst. Svaka od simulacija ima za cilj da predstavi tip solarnog panela koji je korišćen u datom slučaju kao i efikasnost čitavog sistema.

I. Uvod

Sunce predstavlja neiscrpni izvor solarne energije za čoveka. Naftna kriza 1973. godine je doprinela tome da se više pažnje posveti obnovljivim izvorima energije. Proces pretvaranja solarne energije u električnu i njene distribucije je veoma složen, pa se iz tog razloga koriste različiti softverski alati za projektovanje solarnih sistema. Jedan od najzastupljenijih softvera za analizu, projektovanje i simulaciju solarnih sistema je PVsyst, proizvod kompanije Pvsyst SA sa sedištem u Švajcarskoj. Simulator sadrži veliki broj parametara koji utiču na efikasnost celokupnog sistema, a dostupna je i velika baza solarnih panela i drugih komponenti koja su dostupna na tržištu.

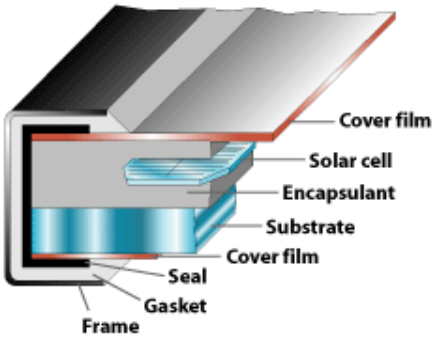
II. Solarni sistemi

Solarne ili fotonaponske ćelije služe za detekciju svetlosti i za njeno pretvaranje u električnu energiju. Ćelije su osnovi deo poluprovodničkog uređaja, čiji se rad zasniva na fotonaponskom efektu. Zbog male izlazne snage, ćelije se grupišu i na taj način se formiraju solarni moduli. Na slici 1. je prikazan poprečni presek solarnog panela. U osnovi je smeštena solarna ćelija. Enkapsulacija štiti ćeliju od mehaničkih potresa i vlage. Sa gornje strane se nalazi staklo ili prozirni sloj plastike koji propušta svetlost i štiti ćeliju od oštećenja. Sa donje strane se nalazi žaštitni sloj koji blokira gasove i vlagu da prodru u ćeliju.

Postoje nekoliko načina za klasifikaciju solarnih panela. Prema tipu solarne ćelije koju koriste, mogu se podeliti na:

- panele na bazi monokristalnog silicijuma
- panele na bazi polikristalnog silicijuma
- panele na bazi tankog filma.

Paneli na bazi monokristalnog silicijuma su najefikasniji, ali zbog visokog procenta Si koji sadrže imaju najveću cenu. Efikasnost je između 13 i 19%. Polikristalni Si paneli imaju manju efikasnost(od 11 do 15%), ali su zato i jeftiniji u poređenju sa monokristalnim. Ovaj tip panela je najzastupljeniji. Efikasnost panela na bazi tankog filma se kreće od 9 do 12%. Ovi paneli su jednostavni za proizvodnju i imaju bolje karakteristike u ekstremnim uslovima rada.



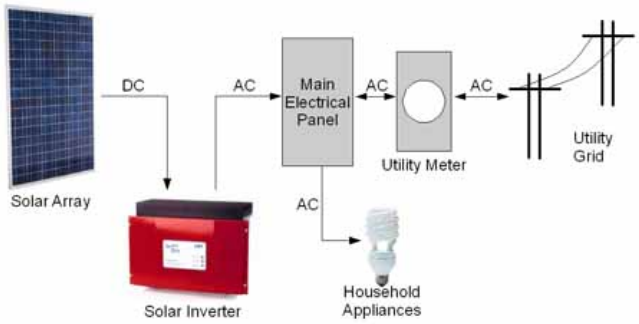
Slika 1. Poprečni presek solarnog panela

Fotonaponski solarni sistemi se mogu podeliti na autonomne, hibridne i mrežne. Autonomni (engl. *Stand-alone*) solarni sistemi su namenjeni udaljenim oblastima gde ne postoji mogućnost priključivanja na gradsku mrežu. Ovakav sistem sačinjavaju solarni paneli, akumulatori u kojima se skladišti proizvedena energija, regulator za punjenje akumulatora, DC/AC pretvarač, kablovi i montažni sistemi. Baterije skladište višak proizvedene energije i napajaju potrošače kada ne postoji mogućnost dobijanja energije preko panela. DC/AC pretvarač snabdeva uređaje koji koriste naizmenični napon. Hibridni sistemi su slični autonomnim, ali poseduju dodatni dizel generator koji napaja potrošače u slučaju kada su baterije prazne. Mrežni (engl. *Grid-Tied*) solarni sistemi se za razliku od ostalih primenjuju u sredinama koje su smeštene u blizini elektrodistributivne mreže. Mrežni sistemi ne poseduju baterije već se sav višak enegije prosleđuje gradskoj mreži koja predstavlja medijum za skladištenje. U tu svrhu se koriste mrežni invertori koji služe za sinhronizaciju datog sistema i elektrodistributivne mreže. Na slici 2. je prikazan šematski prikaz mrežnog fotonaponskog sistema.

M. Đorđević, M. Savić i A. Vulović su studenti doktorskih studija na modulu Nanotehnologije i mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

M. Rajković je student na modulu Upravljanje sistemima, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

E-mail: djordjevicpoljak@gmail.com, mafija_jovac@hotmail.com, aca_vulovic@hotmail.com, milos.rajkovic91@gmail.com



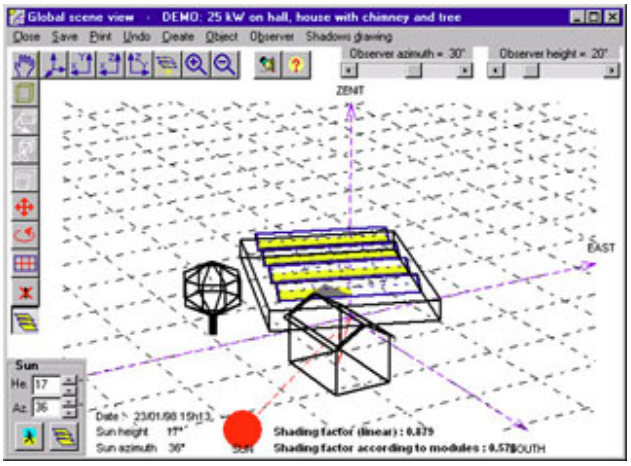
Slika 2. Mrežni fotonaponski sistem

Za razliku od autonomhog i hibridnog, mrežni fotonaponski sistem je najrasprostranjeniji u razvijenim zemljama danas.

III. PROJEKTOVANJE SOLARNIH SISTEMA

Proces projektovanja podrazumeva odabir odgovarajućih komponenti za dati sistem, kao i njihovo usklađivanje, Neophodno je ispoštovati sve korake koji su predviđeni kako bi se stvorila kompletna slika o efikasnosti i finansijskoj isplativosti datog solarnog sistema.
Na samom pocetku je potrebno predvideti prostor gde će biti instaliran sistem. U zavisnosti od toga da li će biti postavljen na nekom objektu ili na zemlji, treba izabrati i odgovarajući tip panela. Snaga celokupnog sistema zavisiće od površine prostora koja je predviđena. Osnovni parametri sistema se mogu definisati u okviru odgovarajućeg softverskog alata. Program PVsyst pruža detaljan uvid u analizu i simulaciju jednog solarnog sistema. Slika 2. Mrežni fotonaponski sistem

U okviru programa najpre treba predvideti odgovarajući tip i broj modula. Na osnovu toga je potrebno definisati optimalni invertor. Veoma važna stavka je način postavljanja panela kako bi se što više povećala efikasnost sistema. PVsyst sadrži opciju *Near Shading* pomoću koje se analizira uticaj senke na efikasnost solarnih modula tokom čitave godine. Ukoliko u realnim uslovima postoji objekat čiji uticaj na efikasnost sistema nije zanemarljiv, treba ga uključiti u simulaciju kako bi se odredilo u kojoj meri generiše gubitke. Pojava senke ne mora biti vezana za objekat koji je u blizini, već može poticati od samih panela.To se može desiti u slučaju kada se koristi niz panela koji su isuviše blizu jedan drugog. Od velike je važnosti odrediti pravilnu orjentaciju panela kako bi se gubici sveli na minimum, a u što većoj meri poboljšala efikasnost sistema. Na slici 3. je prikazan primer korišćenja opcije Near Shading kako bi se analizirao uticaj senke na fotonaponski sistem.

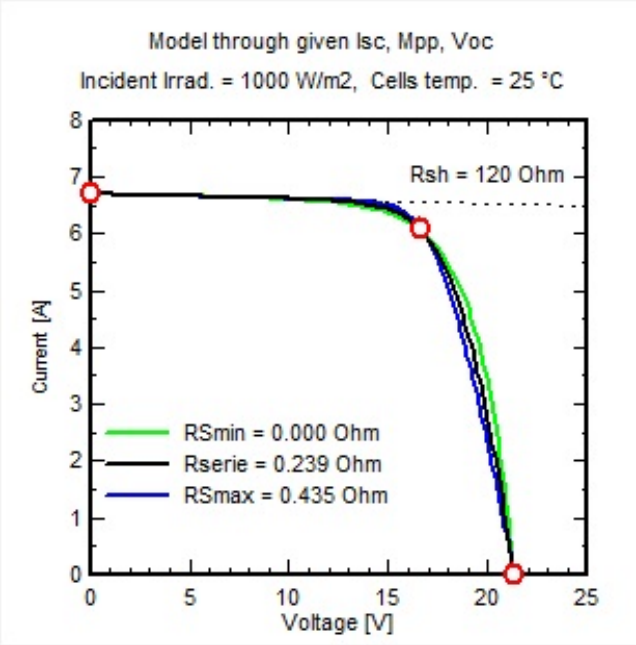


Slika 3. Analiziranje uticaja senke na fotonaponski sistem

Meteorolški uslovi tokom godine mogu u velikoj meri uticati na količinu proizvedene energije. Kako bi simulacija bila što uverljivija i realnija, PVsyst u proračun uključuje i meteorolške uslove za određenu geografsku oblast. U samom programu postoji baza sa višegodišnjim meteorološkim podacima za većinu zemalja. Postoji mogućnost naknadnog unošenja podataka sa meteorološkim podacima za željenu oblast.

IV. SIMULACIJA PV SISTEMA

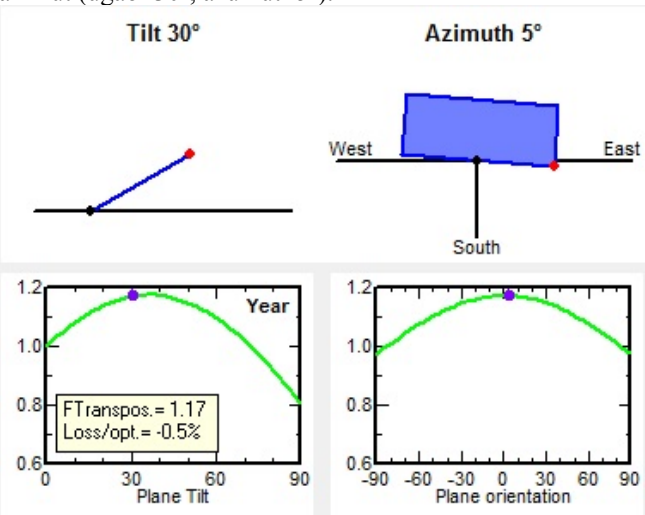
Simulacija PV sistema je izvedena pomoću softverskog alata PVsyst za tri različita slučaja: fiksiran solarni panel, praćenje kretanja sunca po jednoj osi i praćenje po dve ose. Meteorološke prilike za svako mesto su definisane u bazi podataka koja je uključana u softver. Pretpostavka je da se solarni panel postavlja na mesto koje je osunčano tokom celog dana i da ne postoje obližnji objekti koji bi pravili senku. Izabrani su polisilicijumski PV moduli snage 100Wp nominalnog napona od 14V. Strujno-naponska k-ka korišćenog solarnog modula je data na slici 4. Efikasnost ovog modula je oko 15%. Povezivanje modula se vrši tako što se po četiri modula povezuju na red (Umpp=65V), a zatim se 14 takvih celina vezuju paralelno. Maksimalna snaga niza instaliranih modula je 5.6 kWp, dok pri radnim uslovima (Temp=50^{o}C) iznosi 5 kWp. Površina celokupnog panela iznosi 45.4 m2. Invertor ima optimalnu snagu od 5 kW AC i je izabran tako da ulazni napon može da leži u opsegu od 50 do 95 Vdc. Stepen efiksanosti ovog invertora iznosi oko 94%. U simulaciju je uključena većina faktora koji utiču na gubitak energije. Najznačajniji faktor koji utiče na gubitak energije
panela je njegovo zagrevanje (oko 20 W/m^{2}K), zatim postoje omski gubici žica za povezivanje, gubici usled nepodudaranja modula i njihovog kvaliteta.



Slika 4. I-V karakteristika solarnog modula

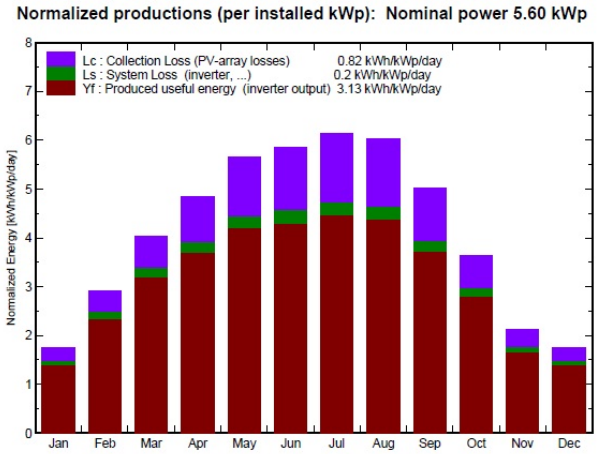
A.Fiksiran sistem

Solarne ploče se postavljaju pod optimalnim uglovima kako bi procenat iskoristivosti svetlosti bio najveći, pri čemu treba tražiti kompromis između vrednosti uglova koji se dobijaju za leto i zimu. Na slici 5. je prikazan proces podešavanja uglova u simulatoru gde se praćenjem donjih grafika određuje optimalna vrednost ugla za nagib i azimut (ugao=30^o, azumut=5^o).



Slika 5. Optimizacija položaja panela

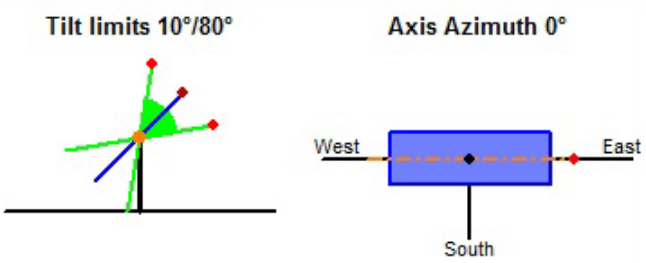
Iz praktičnih razloga je uzeto da se moduli montiraju na jednu ravan većih dimenzija, nego na više manjih. Efektvna ozračenost kolektora iznosi 1469 kWh/m^2. Ukupna proizvedena energija sistema dostupna potrošaču iznosi 6.41 MWh godišnje,a PR faktor (odnos korisne energije i energije zračenja) iznosi 75.5 %. Na slici 6. je data normalizovana proizvodnja po instaliranom kWp (nominalna snaga 5.60 kWp) po mesecima.



Slika 6. Normalizovana energija

B. Praćenje po jednoj osi

U ovom slučaju je izabrano da se praćenje sunca vrši po osi istok-zapad, odnosno prati se njegova visina podešavanjem nagiba panela. Na slici 7. je prikazan ovaj sistem.

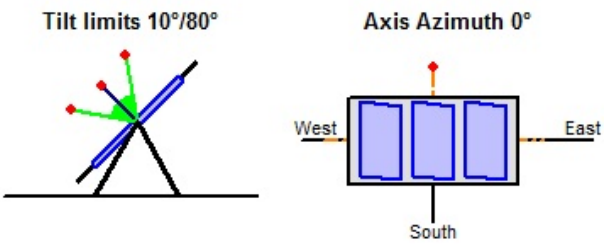


Slika 7. Sistem praćenja po jednoj osi

Cela površina solarnih modula je podeljena na četiri zasebna dela koji su montirani na osovinu koja se zakreće za određeni ugao u zavisnosti od visine sunca. Kao rezultat dobija se veća vrednost za PR faktor (PR=75.60%), pa samim tim i veća iskoristivost sistema. Ukupna generisana energija koja je dostupna na strani potrošača iznosi 6.7 MWh po godini.

C. Praćenje po dve ose

Iako najskuplji za realizaciju, ovakav sistem obezbeđuje da položaj panela bude uvek u optimalnom položaju prema suncu kako bi se iskoristio najveći deo njegovog zračenja.Na slici 8. je prikazan ovaj način praćenja sunca.



Slika 8. Sistem praćenja po dve ose

Ovde je potrebno obratiti pažnju na međusobno rastojanje između panela, jer njihovim zakretanjem dolazi do toga da paneli smetaju jedni drugima praveći senku. Radi uštede u prostoru koji se zauzima panelima, u ovom slučaju je nađen kompromis između rastojanja susednih ploča i gubitaka koji se javljaju usled senke. Ovo ima za direktnu posledicu smanjenje PR faktora, koji se smanjuje na 68.6%, ali je ukupna proizvedena energija sistema značajno veća i iznosi 7.6 MWh po godini.

V. ZAKLJUČAK

Simulacija izvedena u ovom radu ima za cilj da prikaže detaljnu analizu mrežnog fotonaponskog sistema i njegove karakteristike u zavisnosti faktora koji utiču na efikasnost ovakvog sistema. Najvažniji faktori tokom planiranja i projektovanja fotonaponskog sistema su finasijska isplativost i energetska efikasnost.

VI. ZAHVALINICA

Autori se zahvaljuju finansiskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Ovaj rad je deo projekta TR-33035.

LITERATURA

[1] Types of solar panels, [On Line]. Dostupno na: http://solarenergyfactsblog.com/different-types-of-solar-panels/

[2] Korišćenje solarne fotonaponske energije u Srbiji, [On Line]. Dostupno na: http://www.jeffersoninst.org/sites/default/files/Fotonaponska%20energija.pdf

[3] Fotonaponski sustavi", dr Lj. Majdandžić, [On Line]. Dostupno na:http://www.solarnipaneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf

[4] Proučavanje energetske efikasnostisolarnih elektrana u Republici Srbiji i Republici Srpskoj, D. Milosavljević, [On Line]. Dostupno na: http://www.pmf.ni.ac.rs/pmf/doktorati/doc/2013-11-21-md.pdf

[5] PVsyst 5.21 Contextual Help, [On Line]. Dostupno na: files.pvsyst.com/pvsyst5.pdf

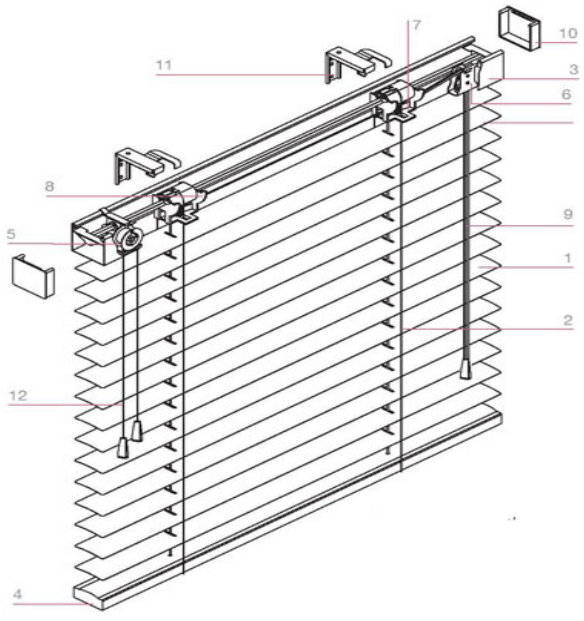
Pametna roletna
Smart blind

Stefan Mihajlović, Nemanja Stanković, Dimitrije Janković, Nikola Stanković, Danko Danković, Igor Arsić

Sadržaj- U ovom radu opisana je roletna (venecijaner) koja ima mogućnost da se otvara i zatvara u zavisnosti od intenziteta sunčeve svetlosti kojom je obasjana. Automatsko otvaranje i zatvaranje je jako pogodno u letnjem periodu kada je veliki intenzitet sunčeve svetlosti, a roletna je skroz otvorena. Staklo propusta čak do 83,7 % sunčeve svetlosti. Zbog tolike propusne moći dolazi do zagrevanja predmeta i vazduha u prostoriji. Upotrebom roletne veći deo svetlosti se reflektuje i vraća se nazad tako da ne dolazi do zagrevanja prostorije.

I. Uvod

Većina stanova danas na prozorima ima roletne (venecijanere) u nekoj prostoriji koji se najčešće koriste radi regulisanja prirodne svetlosti u prostoriji. Da bi izbegli pregrevanje prostorija kada nismo kod kuće projektovali smo automatsku (pametnu) roletnu koju smo nazvali „Smart blind“. Ova roletna je u mogućnosti da se sama otvara i zatvara u zavisnosti od toga kolikom količinom svetlosti je obasjana. Ukoliko je intenzitet sunčeve svetlosti veliki aktivira se mehanizam koji vrši regulaciju svetlosti. Osvetljenost prostorije pri najvećoj sunčevoj svetlosti može se regulisati potenciometrom.



Slika 1.Klasična roletna

S. Mihajlović, N. N. Stanković, D. Janković, N. G. Stanković, su učenici Tehničke škole "Rade Metalac" iz Leskovca, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, e-mail: stefan.mih1997@gmail.com, neca.rxrx@gmail.com, dimitrije.aleksandar@sbb.rs, disa_malii@hotmail.com

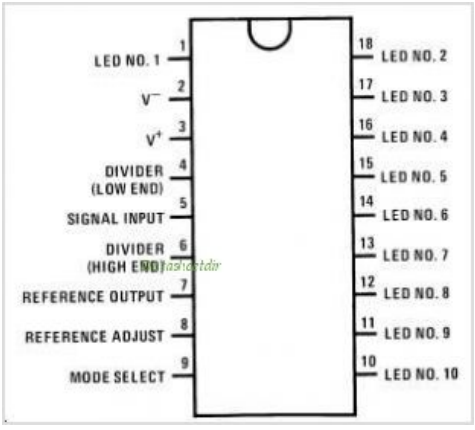
D. Danković i I. Arsić su profesori u Tehničke škole "Rade Metalac" iz Leskovca, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, e-mail:ddanko@live.com, igorarsic78@gmail.com

II. Karakteristike i Namena

Pametna roletna je sposobna da se sama otvara i zatvara u zavisnosti od intenziteta svetlosti. Estetski se uklapa u sklopove same roletne. Pogodna je za sobe, kancelarije ili bilo koje poslovne prostorije. Prvenstvena namena joj je da kontroliše sunčevu svetlost koja upada kroz prozor mada u globalu služi da sprečava ulazak bilo koje svetlosti. Ukoliko ste na poslu ili niste u kući ili stanu a roletna je otvorena,može doći do nepoželjnog zagrevanja. Pametna roletna će u tom slučaju u zavisnosti od intenziteta svetlosti da reguliše prolazak svetlosti i uštedeti vam energiju koju koristite za klima uređaj (ukoliko ga imate) da bi rashladili prostoriju.

III. Konstrukcija

U osnovi konstrukcije pametne roletne je dvosmerni servo motor. On je povezan za rotirajuću „slamčicu“ kojom se otvaraju i zatvaraju roletne (broj 9 na slici 1). Unutar uređaja se nalazi ploča sa pozicijama. Ona služi za zaustavljanje motora. Kada motor pređe preko određene pozicije on se zaustavlja. Čip koji je zadužen za slanje napona je Dot/Bar display driver LM3914N. Ovo monolitno kolo se upotrebljava za izradu VU Metra (engl. Volume Unit meter) upotrebom LED dioda. Može da radi na veoma niskim naponima čak i ispod 3V.

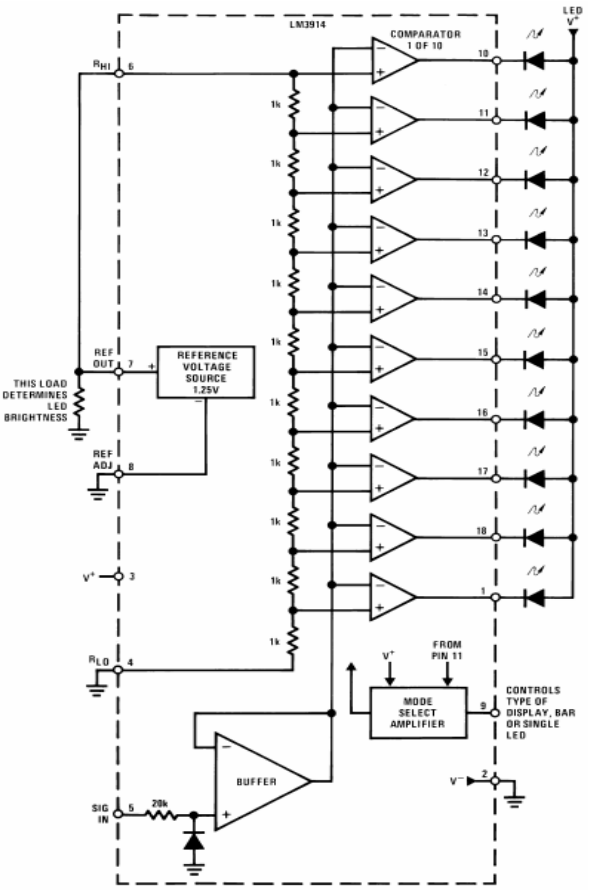


Slika 2. LM3914 „pinout“

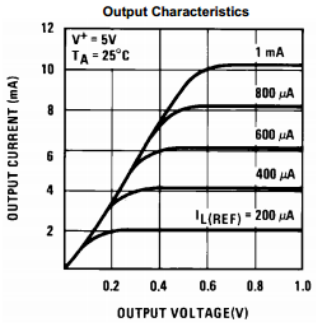
LM3914 se sastoji od 10 operacionih pojačavača (komparatora). Promenljivi napon na ulazu dovodi to toga da se „okine“ jedan od komparatora koji će ulaznom naponu (koji se dovodi na izlaz komparatora) dozvoliti protok. Moguće je podešavanje modova koji omogućava promenu od „pomerajuće tačke“ do „punjenja“.

Izlazne karakteristike (zavisnost napona od struje) koje su prikazane na slici 4 su slične kao kod bipolarnih tranzistora.

Zbog svih ovih karakteristika uspeli smo da ovaj čip, koji se inače koristi kao drajver za led diode, napravimo da na određeni izlaz povlači struju u zavisnosti od svetlosti. Ovom integrisanom kolu je dovoljan napon za napajanje čak i ispod 3 V, pa smo kao senzor svetlosti iskoristili solarne ćelije (prikazane na slici 5) koje ćemo kasnije i iskoristiti za punjenje baterija.



Slika 3. blok šema LM3914 sa diodama

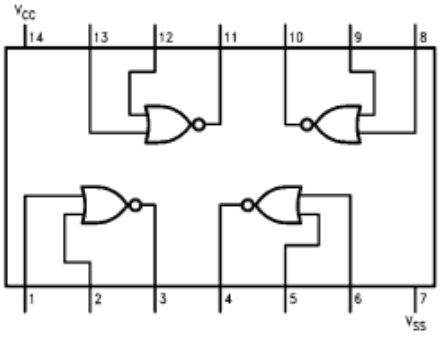


Slika 4. Izlazne karakteristike



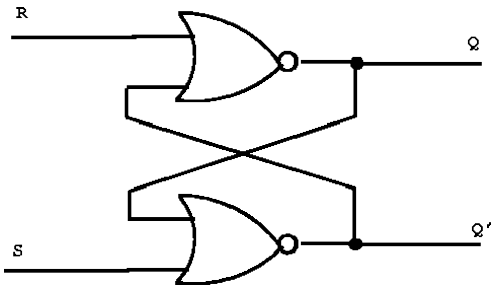
Slika 5. Solarna ćelija

Motor koji je zadužen za otvaranje i zatvaranje treba da se okreće u oba smera. Kada se roletna skroz otvori ili zatvori potrebno je da se promeni smer. Taj smer treba da ostane isti dokle motor ne dođe do kraja kada je opet potrebna promena smera. Drugim rečima potrebno je kolo koje će da pamti smer okretanja. Kolo koje smo za to iskoristili je logičko NILI kolo CD4001 (koje je prikazano na slici 6).

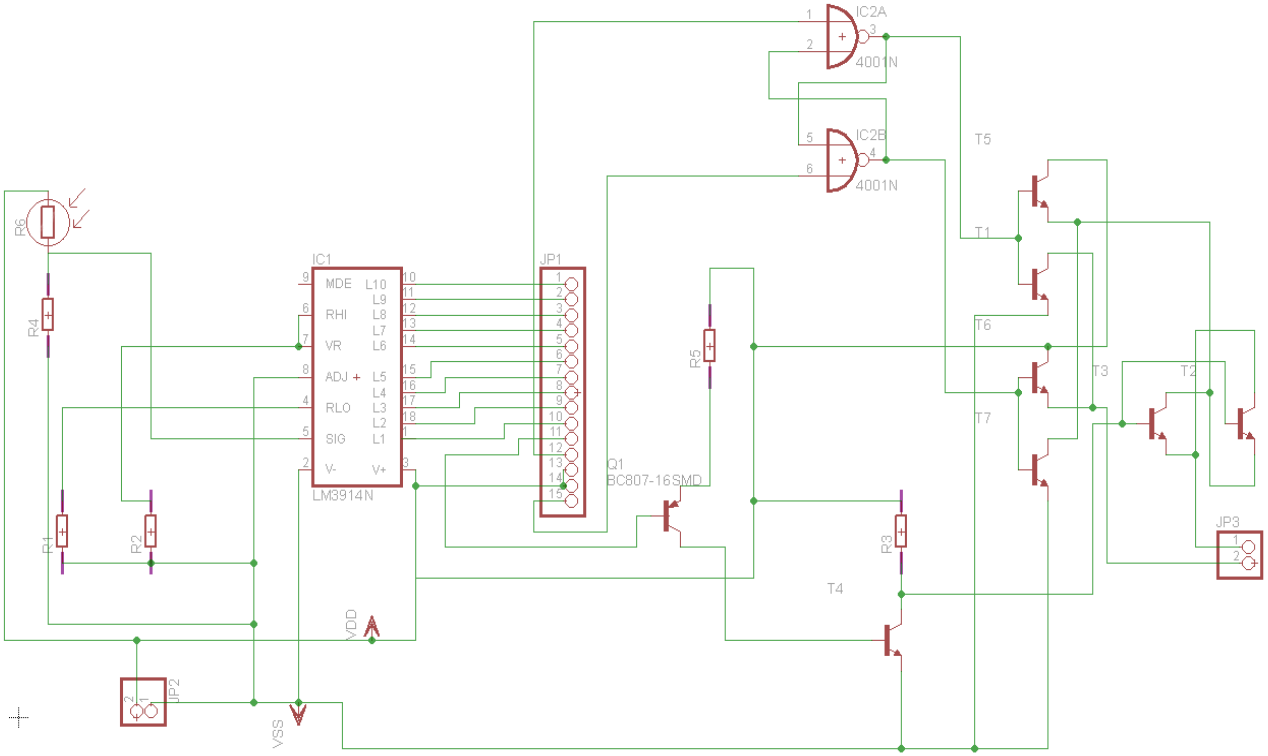


Slika 6. CD4001 „pinout“

Ovo logičko kolo zadržava stanje na izlazu, tačnije sposobno je da pamti 1 bit a to je upravo ono što nam je potrebno kod okretanja motora u oba smera. Od ovog logičkog kola smo napravili takozvani RS Flip-Flop (koje je prikazano na slici 7).

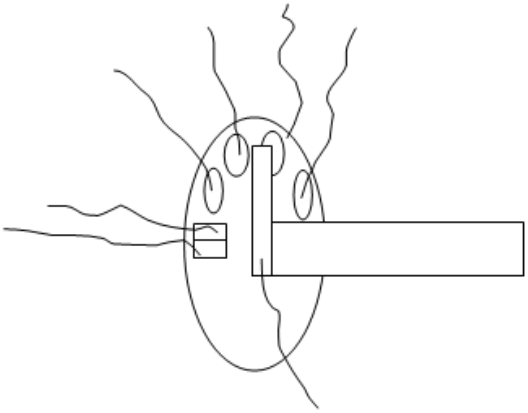


Slika 7. RS Flip-Flop



Slika 8. Električna šema

U električnoj šemi su upotrebljeni bipolarni tranzistori (BC337, BC807) u funkciji prekidača. Servo motor, kao što je i ranije rečeno prelazi preko tzv. pozicija. Te pozicije su povezane za LM3914 (prikazano na slici 9)



Slika 9. Pozicije

IV. Zaključak

Na kraju možemo zaključiti da je pametna roletna jako korisna ukoliko ste preopterećeni nekim poslom, niste kod kuće ili ne obraćate pažnju da li je roletna otvorena ili ne. Takođe je veoma ekonomična zbog toga što štedi energiju koju koristimo za rashladne uređaje.

Zahvalnica

Za finansijsku podršku u realizaciji ovog projekta se zahvaljujemo Tehničkoj školi “Rade Metalac” iz Leskovca.

Literatura

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Servomotor
[2] http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3914.pdf
[3] http://www.bader-frankfurt.de/loads/4001.pdf

Procena grešaka u proračunu stacionarnih režima asinhrone mašine usled primene ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima

Đorđe Kocić, Nenad Floranović, Milan Radić

Sadržaj - U ovom radu izvršeno je poređenje izračunatih vrednosti osnovnih radnih karakteristika asinhrone mašine dobijenih primenom ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima i odgovarajućih realno izmerenih vrednosti u laboratorijskim uslovima. Prikazani rezultati se odnose na asinhronu mašinu sa namotanim rotorom snage 3.7 kW koja je testirana u motornom i generatorskom režimu rada. Prikazani rezultati ukazuju na odstupanja izmerenih i izračunatih električnih veličina, čime se jasno ukazuje na potrebu uvažavanja nelinearnosti parametara ekvivalentne šeme u cilju tačnije predikcije.

I. Uvod

Od nastanka teorije asinhronih mašina do današnjeg dana, najrasprostranjeniji metod analize radnih režima ovih mašina je primena ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima. Razlog za to je jednostavnost i efikasnost proračuna ovom metodom. Konstantni parametri ekvivalentne šeme se određuju koristeći podatke dobijene iz standardno definisanih ogleda ([1]-[5]).

Proračun realnih parametara mašine podrazumevao bi i uvažavanje spregnutih induktivnosti, što je prilično zametan posao. Zato ekvivalentna šema omogućava da elektromagnetno kolo bude prikazano čisto električnom šemom, što umnogome olakšava problem. Takođe, primena ekvivalentne šeme poistovećuje asinhronu mašinu i transformator, u električnom smislu, te se mogu koristiti isti principi koji važe i za transformator. Mora se naravno uvažiti činjenica da su elementi rotorske grane u ekvivalentnoj šemi, svedene vrednosti realnih parametara.

Trebalo bi napomenuti takođe i da su parametri ekvivalentne šeme u opštem slučaju promenljivi u većoj ili manjoj meri, zbog promene napona na statoru, struja statora i rotora, frekvencije u rotoru i zagrevanja [2,3,5].

Poznato je da većina inženjerskih proračuna, pa tako i proračunavanje radnih karakteristika pomoću ekvivalentne šeme, prave određenu grešku zbog neuvažavanja svih realnih uticaja na mašinu. Iz tog razloga se i pristupa proceni grešaka u proračunu stacionarnih režima asinhrone mašine, usled primene ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima.

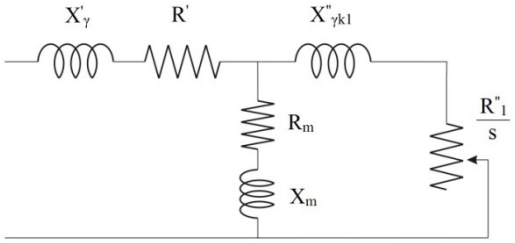
Đ. Kocić je student modula elektroenergetika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: seriousdjoka@gmail.com

N. Floranović je zaposlen u istraživačko-razvojnom centru Alfatec u Nišu, Bul. Nikole Tesle 63/5, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nenad.floranovic@alfatec.rs

M. Radić je asistent na Katedri za energetiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, E-mail: milan.radic@elfak.ni.ac.rs

II. Proračun radnih karakteristika

Ekvivalentna šema koja je korišćena u ovom proračunu je šema sa redno vezanim elementima grane magnećenja i prikazna je na slici 1.



Slika 1. Ekvivalentna šema asinhrone mašine

Upotrebljene oznake imaju sledeće značenje: X'_γ-reaktansa rasipanja statora, R'-otpornost namotaja statora, $X''_{\gamma k1}$-reaktansa rasipanja ukočenog rotora svedena na stator, R''_1/s-otpornost rotora svedena na stator, X_m-reaktansa grane magnećenja, R_m- otpornost grane magnećenja (modeluje gubitke u magnetnom kolu).

Radne karakteristike razmatrane u ovom radu su: struja statora, aktivna snaga i reaktivna snaga mašine, prikazane kao funkcije klizanja. Za bilo koju poznatu vrednost napona na priključcima statora U i brzine rotora n, mogu se sračunati pomenute veličine prateći sledeći postupak [2]:

Za poznatu vrednost brzine rotora n i brzine obrtnog magnetnog polja n' može se odrediti klizanje:

$$s = \frac{n' - n}{n'} \quad (1)$$

Nakon toga, može se odrediti vrednost fiktivne otpornosti rotora R''_1, koja modeluje opterećenje motora i gubitke u namotajima rotora. Sada je moguće sračunati ekvivalentnu impedansu mašine:

$$\underline{Z_e}(s) = R' + jX'_\gamma + \frac{(R_m+jX_m)(\frac{R''_1}{s}+jX''_{\gamma k1})}{(R_m+jX_m)+(\frac{R''_1}{s}+jX''_{\gamma k1})} \quad (2)$$

Struja statora se određuje po formuli:

$$I_s(s) = \frac{U_f}{|\underline{Z_e}(s)|} \quad (3)$$

Aktivna snaga koju mašina vuče iz mreže može se dobiti iz formule:

$$P_s(s) = 3U_f I_s(s)cos\varphi \quad (4)$$

Reaktivna snaga mašine se po sličnoj formuli nalazi kao:

$$Q_s(s) = 3U_f I_s(s)sin\varphi \quad (5)$$

Ugao između fazora napona i struje se određuje kao argument ekvivalentne impedanse u kompleksnom obliku:

$$\varphi = \arg\underline{Z_e}(s) \quad (6)$$

Za dobijanje kontinualne zavisnosti ovih triju veličina od klizanja, korisiti se programska petlja u MATLAB-u, u kojoj se u malim koracima menja klizanje. Niz tačaka dobijen ovim putem se prevodi u ORIGIN i pretvara se u grafički prikaz datih karakteristika. Proračunate radne karakteristike su preklopljene sa vrednostima istih veličina dobijenih merenjem.

Osnovni model podrazumeva proračun pri konstatnom naponu. U okviru ovog rada data je i naprednija varijanta proračuna u kojoj je uvažena promena napona, tako da su na slikama prikazane po dve krive, jedna za konstantan napon i jedna za promenljiv napon.

III. OPIS IZVEDENIH EKSPERIMENATA

Ogledi su izvođeni na mašini nazivnih podataka datih u Tabeli 1:

TABELA I

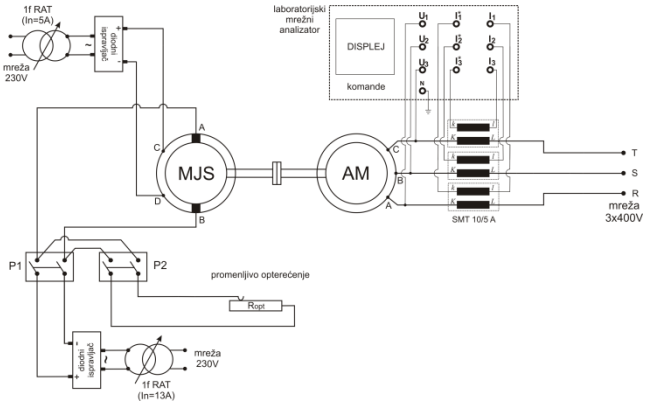
PODACI SA NATPISNE PLOČICE MAŠINE

$U_n = 380\ V$	$n_n = 1400\ min^{-1}$
$I_n = 8{,}4\ A$	$f_n = 50\ Hz$
$P_n = 3{,}7\ kW$	Sprega statora Y
$cos\varphi_n = 0{,}79$	Namotan rotor

Parametri ekvivalentne šeme određeni su na osnovu merenja otpornosti statora jednosmernom strujom, ogleda kratkog spoja pri nominalnoj struji statora i ogleda idealnog praznog hoda pri nominalnom naponu mašine [4]. Obradom su dobijene sledeće vrednosti parametara:
$R' = 1.13\Omega,\ R''_1 = 1.67\Omega,\ X'_\gamma = X''_{\gamma k1} = 2.43\Omega,\ R_m = 0.35\Omega,\ X_m = 43.45\Omega$

.

Šema rasporeda opreme korišćene tokom ogleda data je na slici 2. Ispitivana asinhrona mašina bila je mehanički spregnuta sa mašinom jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom.



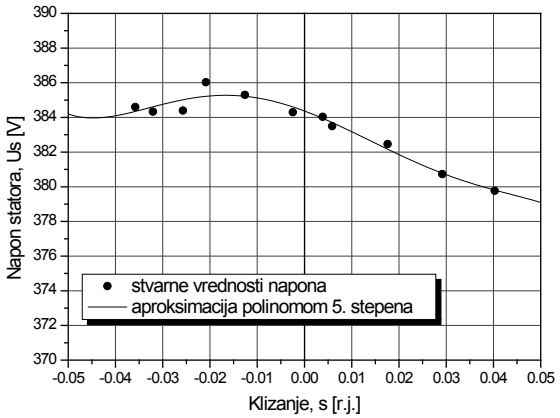
Slika 2. Šema ogleda

Prva tačka ispitivanja u motornom režimu rada je prazan hod pri naponu mreže $U = 384\ V$, otvorenim prekidačima P1 i P2 i nepobuđenoj mašini jednosmerne struje. U sledećoj tački ogleda na priključke C i D jednosmerne mašine dovedena je nominalna pobudna struja. U nastavku je uključen prekidač P2, i promenom otpornosti R_{opt}, postignute su tri različite tačke mehaničkog opterećenja.

Generatorski režim ispitivane asinhrone mašine je postignut upotrebom mašine jednosmerne struje kao pogonskog motora. U tu svrhu prekidač P1 je uključen, a prekidač P2 je isključen, pa je povećanjem napona u kolu indukta mašine jednosmerne struje (priključci A-B) dobijeno nekoliko radnih tačaka pri nadsinhronim brzinama.

Električne veličine na statoru ispitivane asinhrone mašine merene su laboratorijskim mrežnim analizatorom, pri čemu su za merenje struja upotrebljeni strujni merni transformatori prenosnog odnosa Ip/Is=10/5 klase tačnosti 0.5. Brzina rotora mašine merena je digitalnim optičkim tahometrom visoke preciznosti i rezolucije očitavanja (0.1 obrtaj u minuti).

Na početku eksperimenta, napon mreže je bio U=384V, ali je uočeno da se menja, delom zbog promene radnih režima mašine, a delom zbog varijacija koje sa time nemaju direktnu vezu. Zbog toga je dat grafički prikaz promene napona u funkciji klizanja tokom izvođenja eksperimenta (Slika 3). Ova zavisnost nema fizički smisao, već je samo pokušaj da se obezbedi ulazni podatak u model koji što bolje odgovara realnim uslovima tokom ogleda.

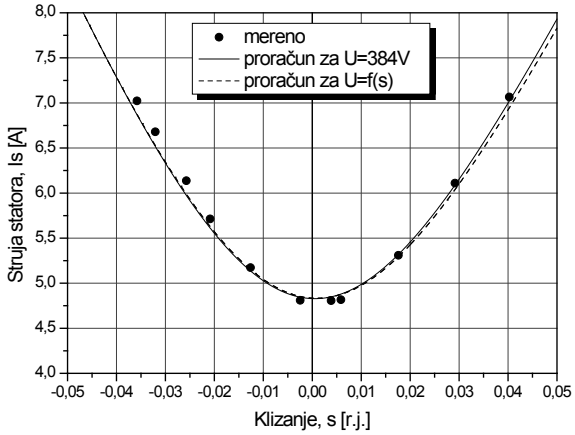


Slika 3. Promena napona u zavisnosti od klizanja tokom ogleda

Polinom kojim je izvršena aproksimacija promene napona dat je kao polinom petog stepena promenljive **s**, $U(s) = A_0 + A_1 s + A_2 s^2 + A_3 s^3 + A_4 s^4 + A_5 s^5$, pri čemu su koeficijenti polinoma: $A_0 = 384.37,\ A_1 = -102.186,\ A_2 = -2241.636,\ A_3 = 48499.04,\ A_4 = 460705.209,\ A_5 = -11194398.1$

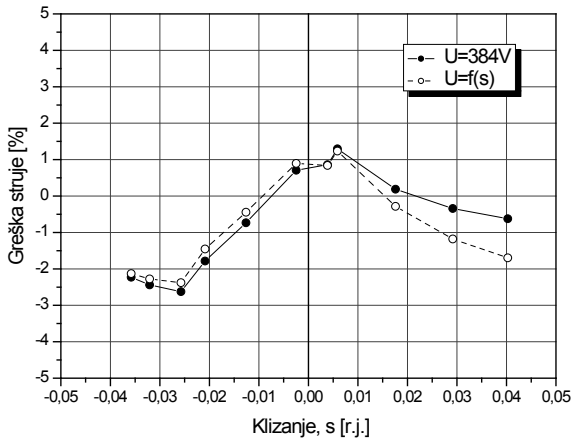
IV. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ogleda dati su u formi grafika. Na svakom od tri grafika posmatranih veličina (I_s, P_s, Q_s) predstavljene su 2 krive: jedna proračunata za konstantan napon mreže $U = 384\,V$ i druga proračunata uz uvažavanje promene napona na statoru mašine tokom izvođenja ogleda.



Slika 4. Zavisnost struje statora od klizanja, za merene i proračunate vrednosti

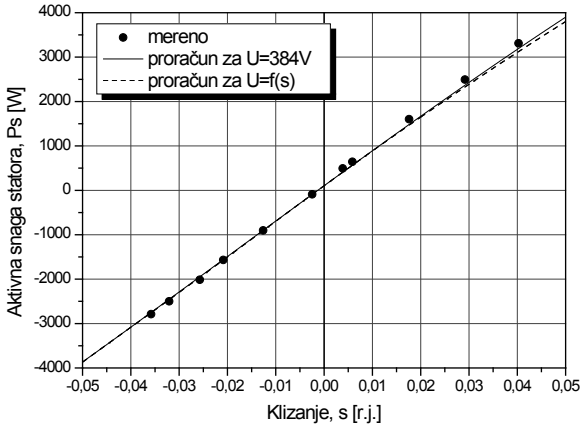
Za slučaj struje statora (Slika 4), primećuje se da je greška izraženija u domenu većih klizanja (Slika 5). Takođe se vidi da dolazi do određenih odstupanja i pri praznom hodu ali je tu greška suprotnog znaka. Uočljivo je da proračun koji uvažava promenu napona, daje lošije rezultate (veću grešku) u motornom režimu rada mašine, dok proračun pri konstantnom naponu daje bolje rezultate.



Slika 5. Promena greške struje u zavisnosti od klizanja

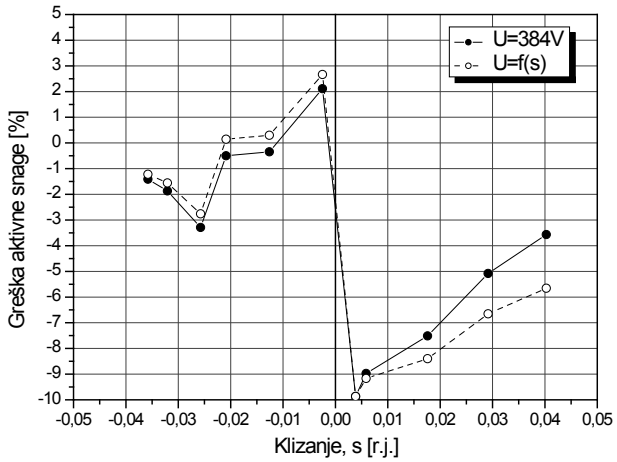
Suprotno tome, proračun pri konstantnom naponu daje lošije rezultate u generatorskom režimu, a uvažavanje promene napona daje bolje rezultate u generatorskom režimu. Posmatrajući greške za struju u svim merenim tačkama, može se reći da ne prelaze nekoliko procenata.

Za slučaj aktivne snage koju mašina vuče iz mreže (Slika 6), najveća greška se javlja u domenu manjih klizanja (Slika 7), sa tendencijom opadanja sa porastom klizanja. Ovde greška dostiže čak i vrednosti od desetak procenata. Proračun pri konstantnom naponu daje rezultate sa manjom greškom u motornom režimu, a proračun koji uvažava promenu napona daje bolje rezultate u generatorskom režimu.



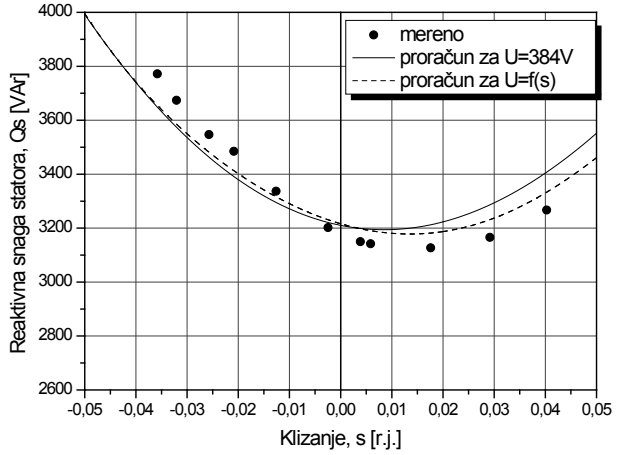
Slika 6. Zavisnost aktivne snage mašine, od klizanja, za merene i proračunate vrednosti

Za slučaj reaktivne snage koju mašina vuče iz mreže (Slika 8), može se primetiti da je greška veća u oblasti većih klizanja (Slika 9), a da greška u okolini praznog hoda



Slika 7. Promena greške aktivne snage u zavisnosti od klizanja

veoma mala. U motornom i u generatorskom režimu rada mašine bolje rezultate daje proračun koji uvažava promenu napona. Greška se kreće u okviru nekoliko procenata od merene vrednosti.



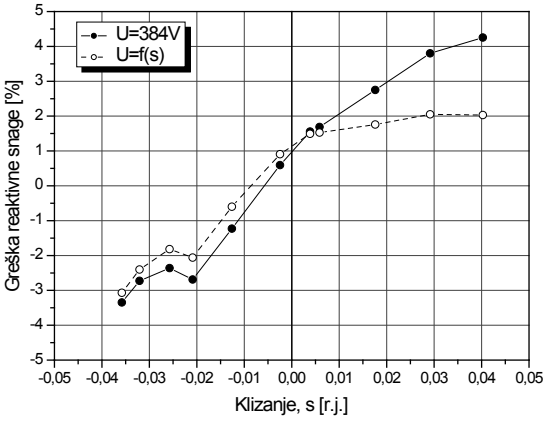
Slika 8. Zavisnost reaktivne snage mašine, od klizanja, za merene i proračunate vrednosti

V. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata, uočava se da postoji greška pri proračunu radnih karakteristika asinhorne mašine primenom metoda ekvivalentne šeme sa konstantnim parametrima. Zavisnost greške od klizanja se razlikuje od karakteristike do karakteristike i ne može se objediniti u jednu funkciju. Mora se napomenuti da greška u najvećem broju slučajeva ne prevazilazi granice tolerancije greške inženjerskog proračuna.

Kod primene u brzim proračunima, naravno, ovakva greška se može zanemariti. Pri ozbiljnijim proračunima radnih karakteristika asinhronih mašina svakako bi trebalo uvažiti grešku.

Za neka detaljnija istraživanja u budućnosti, radi povećanja tačnosti proračuna radnih karakteristika primenom ekvivalentne šeme, trebalo bi uvažiti osobinu nelinearnosti parametra X_m , u grani magnećenja. Takođe bi trebalo uvažiti zagrevanje mašine u stacionarnim režimima rada.



Slika 9. Promena greške reaktivne snage u zavisnosti od klizanja

ZAHVALNICA

Ovaj rad je deo realizacije projekata TR35005 i III44006, finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, za period 2011-2014.

LITERATURA

[1] S. Seely: *Electromechanical energy conversion*, McGraw-Hill, New York, 1962.
[2] Z. Stajić, Đ. Vukić, M. Radić, *Asinhrone mašine*, Niš: Elektronski fakultet u Nišu, 2012.
[3] I. Boldea, S. Nasar, T*he Induction Machine Handbook*, London - New York - Washington D.C.: CRC Press, 2002.
[4] IEEE Power Engineering Society: *IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators* 112, New York, 2004.
[5] Miloš Petrović: *Ispitivanje električnih mašina*, Naučna knjiga, Beograd 1988.

Chancellor - aplikacija za razvoj softvera

M. Živković, N. Tomaševič, M. Stamenković

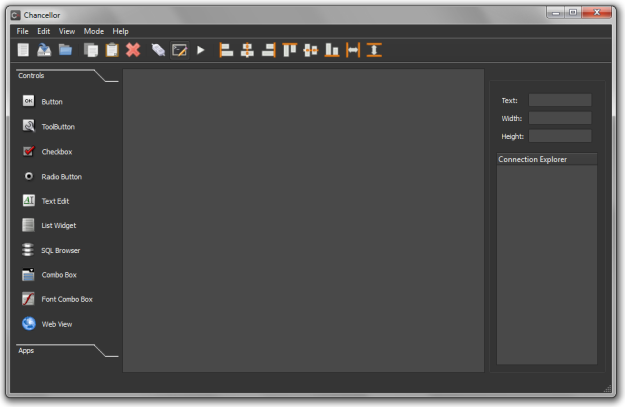
Sadržaj – U ovom radu opisan je način rada "Chancellor" aplikacije koja se koristi za brzi razvoj softvera. Želja je da se na najverniji način predstave mogućnosti aplikacije i oblasti u kojima bi onda našla svoju primenu.

I. Uvod

Projekat je nastao iz želje da se obezbedi softver za kreiranje aplikacija od strane korisnika koje omogućavaju jednostavan, efikasan i kompletan rad i manipulaciju nad podacima, ali bez ikakvog poznavanja programskih jezika.

Zadatak aplikacije Chancellor je stvaranje grafičkog interfejsa prevlačenjem komponenti na radnu površinu i razmeštanjem po njoj. Komponente izvršavaju funkcije sa kojima su povezane i na taj način korisnici ostvaruju željenu funkcionalnost svoje aplikacije.

Radna površina može sadržati više celina, gde svaka celina predstavlja zasebnu aplikaciju koje mogu međusobno razmenjivati podatke. Funkcionalnost aplikacije se može menjati u toku razvoja. Korisničke aplikacije mogu učitati podatke iz fajlova, kao i sačuvati novokreirane ili modifikovane podatke.



Slika 1. Korisnički interfejs aplikacije.

II. Izgled aplikacije

Glavne delove korisničkog interfejsa predstavljaju toolbox, radna površina i connection explorer.

Toolbox se nalazi na levoj strani grafičkog interfejsa i sastoji se iz dve kartice, koje sadrže pojedinačne kontrole koje se mogu iskoristiti za kreiranje programa i predefinisane aplikacije.

Radna površina predstavlja glavni deo korisničkog programa i koristi se za postavljanje i manipulaciju nad kontrolama koje će činiti program. Moguće je odrediti poziciju na kojoj će se kontrola nalaziti, njenu veličinu kao i tekst ili sliku na njoj.

Connection explorer prikazuje sve konekcije između kontrola na radnoj površini i to u formatu stabla, gde je koren funkcija kojom su kontrole povezane, a potomci su same kontrole. Pored raskidanja konekcija takođe je moguće i označiti sve kontrole koje učestvuju u nekoj konekciji.

III. Režimi rada aplikacije

Aplikacija je osmišljena tako da postoje tri režima rada u kojima se ona može naći. To su: *Normal*, *Edit* i *Connect* režim rada.

U *Normal* režimu aplikacija se pokreće i koristi. Ovaj režim rada se koristi za proveru do tada odrađenih delova programa kao i za izvršavanje programa.

Edit režim se koristi kada se program razvija i kreiraju svi potrebni elementi.

Connect način rada omogućava da se kontrolama dodele funkcije. Neophodno je izabrati ovaj režim pre nego što izaberemo kontrole koje želimo da povežemo.

IV. Elementi aplikacije

Elementi aplikacije pomoću kojih se realizuje željena funkcionalnost su kontrole (npr. dugmad i elementi za unos teksta) i skup funkcija. Takođe, na raspolaganju su i gotovi programi koji se mogu koristiti za dalji razvoj korisničkog programa.

A. Kontrole

Aplikacija nudi skup kontrola koje se nalaze u kartici "Controls". Kontrole koje su dostupne su: button, toolbutton, checkbox, radio button, text edit, list widget, SQL browser, combo box, font combo box, web view.

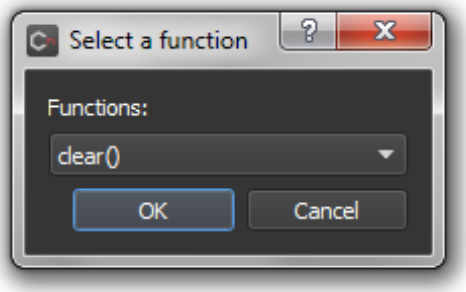
Prevlačenjem kontrola na radnu površinu kreira se izgled programa, one se grupišu na željeni način pomoću elemenata za poravnanje kontrola.

B. Skup funkcija

Kontrole koje se nalaze na radnoj površini dobijaju svoju funkciju iz skupa funkcija koje su definisane u

M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, studenti na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija
E-mail: shomimn@gmail.com

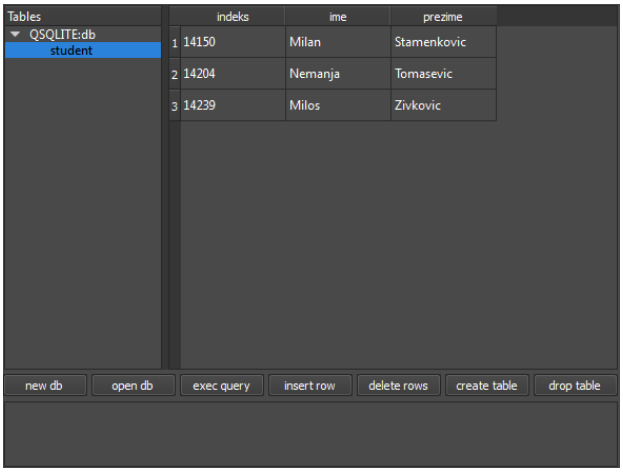
programu. Prvi korak je da se izaberu kontrole koje će ostvarivati određene zadatke, zatim se desnim klikom u oblasti jedne od izabranih kontrola otvara meni koji nam nudi da kontrole povežemo ili ukoliko su već povezna raskinemo njihovu vezu. Krajnji korak je da iz prozora koji se otvara izaberemo funkciju iz liste funkcija koje su moguće za selektovane kontrole. Na ovaj način možemo međusobno povezati kontrole i tako ostvariti funkcionalnost koju želimo.



Slika 2. Izgled dijaloga za izbor funkcije koja će se izvršavati.

C. Predefinisani programi

U kartici "Apps" nalaze se programi: Text App, List App, SQL App i Web App. Text App je aplikacija za pisanje teksta i manipulisanje tim tekstom. List App je aplikacija koja imitira kreiranje liste. SQL App je program za kreiranje i rad sa bazom podataka dok je Web App klasičan web pretraživač. Svaki od predefinisanih programa je napravljen u Chancelloru tako da su moguće i manipulacije nad pojedinačnim kontrolama, a ne samo nad programom kao celinom. To znači da korisnik i od predefinisanog programa može napraviti nešto što najbolje zadovoljava njegove potrebe. Podrazumeva se da su konekcije između kontrola ovakvih programa već realizovane, ali je moguće raskidati ih po volji.



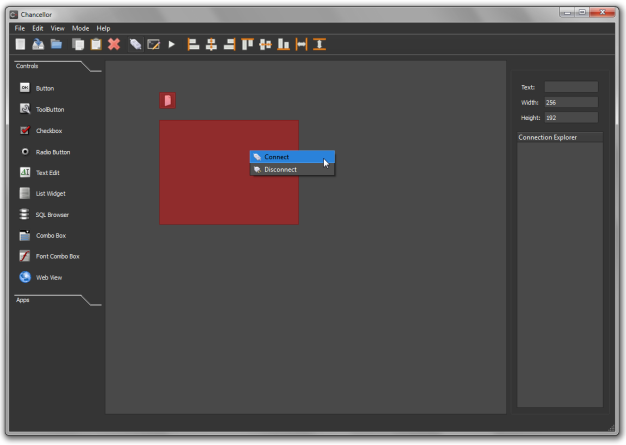
Slika 3. Predefinisana aplikacija za rad sa bazama podataka.

V. KREIRANJE KORISNIČKOG PROGRAMA

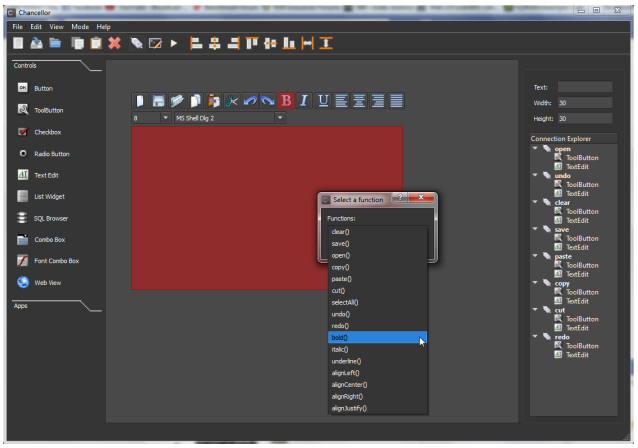
Korišćenjem opisanih elemenata aplikacije moguće je kreirati programe za rešavanje određenih problema na intuitivan i jednostavan način.

Korisnik se susreće sa inicijalno praznom radnom površinom na koju postavlja kontrole koje će činiti program, određuje njihovu veličinu, poravnanje u odnosu na ostale kontrole i dodatne atribute u vidu teksta ili slike.

Da bi mogla da se kreira konekcija između kontrola, odnosno da bi se kontrole povezale nekom funkcijom potrebno je prvo izabrati Connect režim rada aplikacije. Naredni korak je selektovanje kontrola. Selektovane kontrole se u ovom režimu ispunjuju crvenom bojom.
Nakon selektovanja kontrola, klikom na desni klik se otvara padajući meni koji nudi akcije kreiranja i raskidanja veze.



Slika 4. Kreiranje konekcije između dve selektovane kontrole.



Slika 5. Kreiranje programa za rad sa tekstom.

Klikom na connect akciju se otvara dijalog za izbor funkcije koja će se izvršavati, i od tog trenutka je realizovan deo celokupne funkcionalnosti programa. Daljim izborom kontrola i povezivanjem željenim funkcijama na prethodno opisan način se realizuje jedna

funkcionalna celina, gde sam korisnik određuje koje će sve funkcionalnosti ona sadržati.

Pored povezivanja kontrola moguće je i povezivanje funkcionalnih celina, odnosno programa. Na ovaj način se korisniku pruža mogućnost da koristi podatke iz jedne celine u drugoj, kao i da sve potrebne programe koristi u okviru jedne radne površine, što eliminiše potrebu za konstantnom promenom aktivnog prozora.

VI. ZAKLJUČAK

Aplikacija Chancellor prosečnom korisniku sa osnovnim znanjem o računarima pruža mogućnost da na vrlo jednostavan i intuitivan način napravi program koji zadovoljava njegove potrebe, kao i da učini njegov rad efikasnijim.

REFERENCES

[1] M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, "Prijava projekta", za predmet Softversko inženjerstvo, Niš, 2014.
[2] M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, "Vizija sistema", za predmet Softversko inženjerstvo, Niš, 2014.
[3] M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, "Specifikacija zahteva", za predmet Softversko inženjerstvo, Niš, 2014.
[4] M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, "Arhitekturni projekat", za predmet Softversko inženjerstvo, Niš, 2014.
[5] M. Živković, N. Tomašević i M. Stamenković, "Korisničko uputstvo", za predmet Softversko inženjerstvo, Niš, 2014.

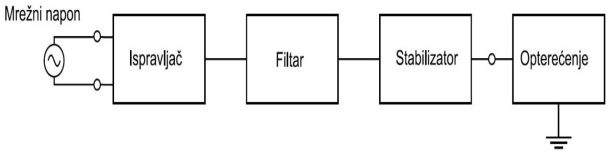
Projektovanje prekidačkog izvora napajanja

Novica Marjanović, Marko Mijailović, Mladen Lilić, Nikola Savić

Sadržaj - U ovom radu prikazan je postupak projektovanja električne šeme i prikaz štampane ploče za prekidački izvor napajanja. Izlazni napon je promenljiv 9-12V, struja 500mA. Izlaz izvora smo koristili i kao ulaz DC regulatora za dobijanje 5V, 100mA. Koristili smo mrežni transformator Myrra 44311. Mereni parametri transformatora su: induktivnost primara 13H, serijska otpornost primara 424Ω, induktivnost sekundara 156mH i serijska otpornost sekundara 8Ω. Proračunali smo i hladnjak i uređaj smestili u metalno kućište.

I. Uvod

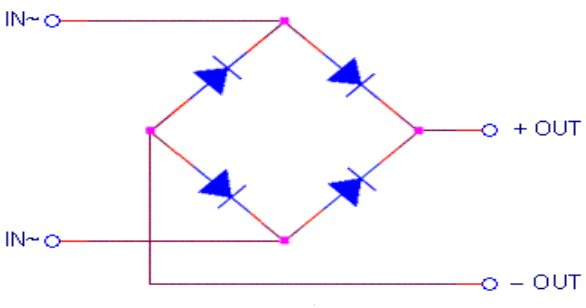
Izvori jednosmernog napona predstavljaju neophodni deo svakog elektronskog uređaja. Kvalitet jednosmernog napajanja je od suštinskog značaja za pouzdan rad uređaja. Zadatak izvora napajanja je da naizmenični napon iz mreže pretvori u jednosmerni, svodeći pri tome njegovu amplitudu na željeni nivo, kao i da takav jednosmerni napon učini dovoljno stabilnim u smislu imunosti na varijacije mrežnog napona i šumove. Pored toga, savremeni izvori napajanja omogućavaju i regulaciju izlaznog jednosmernog napona, odnosno podešavanje njegove amplitude, smanjenje osetljivosti na promenu temperature, kao i dodatno filtriranje. To znači da se, kao osnovni blokovi izvora napajanja, mogu razlikovati ispravljač, filtar i stabilizator napona. Takođe, izvor napajanja mora da obezbedi električnu izolaciju između ulaza i izlaza, kao i zaštitu od preopterećenja. Blok šema izvora napajanja prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema izvora jednosmernog napona

Ispravljač predstavlja kolo na čijem se izlazu dobija napon jednosmernog polariteta bez obzira kakav je polaritet na ulazu. Grecov spoj se najčešće koristi kod ispravljača za pretvaranje naizmenične struje u jednosmernu struju. Grecov spoj omogućava punotalasno ispravljanje naizmeničnog napona (slika 2).

N. Marjanović, M. Mijailović, M. Lilić, N. Savić su studenti na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nolex92@live.com



Slika 2. Grecov spoj

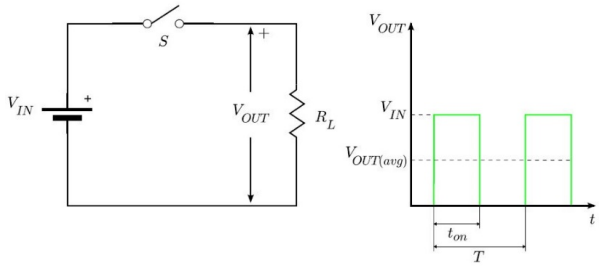
Prema konstrukciji i načinu rada izvori napajanja se mogu podeliti u dve glavne grupe:

1. linearni;
2. prekidački (engl. switch).

U ovom radu bavimo se prekidačkim izvorima napajanja. Prekidački izvori napajanja su prevashodno nastali iz potrebe da se smanje gabariti izvora kod uređaja veće snage. Osnovni princip rada ilustrovan je na slici 3. U ovom kolu se prekidač otvara i zatvara tako da je t_{on} vreme tokom koga je prekidač zatvoren, a $t_{off} = T - t_{on}$ vreme tokom koga je prekidač otvoren. Na otporniku R_L koji predstavlja opterećenje se sve vreme pojavljuje srednja (*average*) vrednost napona:

$$V_{OUT(avg)} = \frac{t_{on}}{T} \cdot V_{IN} \qquad (1)$$

Filtar predstavlja kolo (deo kola) koji ispravlja naizmenični napon u približno jednosmeran napon. Za filtriranje se koriste kondenzatori. Što veći kondenzator to je signal linearniji. U projektu je izabran kondenzator (1000μF/100V). Maksimalni naponi koji se mogu javiti niži su od nominalnog napona ovog kondenzatora. Stabilizator služi da se na izlazu dobije konstantan napon bez obzira na varijacije ulaznog napona.

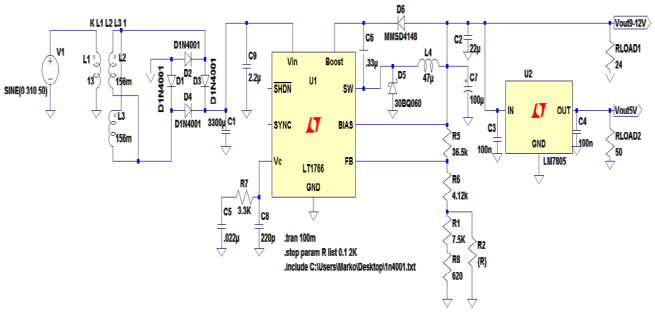


Slika 3. Jednostavna šema prekidačkog izvora napajanja

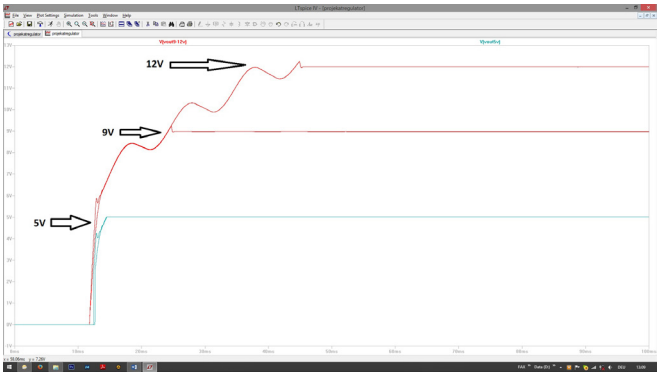
II. REZULTATI DOBIJENI U LT-SPICU

Šema projektovanog uređaja u LTSpice prikazana je na slici 4, dok su na slici 5 dati rezultati simulacije. U LTSpice-u korišćen je stabilizator za stabilizaciju napona od 9V-12V LT1766, čiji je napon V_{fb}=1.22V. Vrednost R1 računa se kao:

$$R_1 = \frac{R_2(V_{out} - V_{fb})}{V_{fb}} \qquad (2)$$



Slika 4. Električna šema u LTSpice

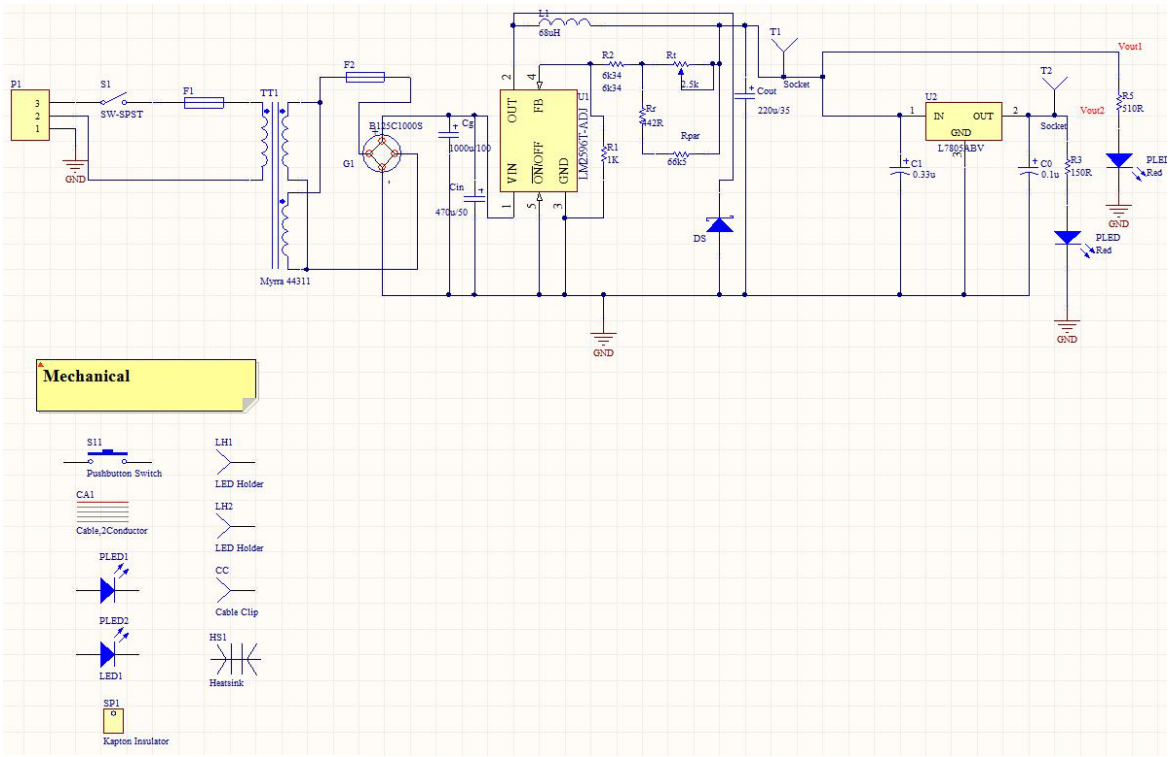


Slika 5. Rezltati simulacije u LTSpice

Na slici 5 možemo videti izlazne napone nakon LT1766 i LM7805.

III. PROJEKTOVANJE U ALTIUM DESIGNER-U

Kompletna šema u Altium Designeru data je na slici 6. Prvi korak u realizaciji uređaja je izbor kutije. Izabrana je kutija: 1598GBK dostupna na [1].



Slika 6. Električna šema u Altium Designer-u

Na osnovu tehničke dokumentacije ove kutije izabrana je dimenzija pločice 200x125 mm, odnosno 202.6x127.6 mm zbog keepout-a. Nakon toga postavljene su rupe na pločici, kako bi se pločica pričvrstila za kutiju. Mora da se obrati pažnja da šraf koji se stavlja takodje ima glavu. Zbog toga mora da se obezbedi prostor oko šrafa da ne bi tu prolazile veze. To se radi tako što u Keepout Layeru nacrta se Full Circle oko šrafa.

Nakon realizovanja pločice, potrebno je dodati i shematic gde se crta napajanje. Prvo je dodat Terminal Block (redne kleme). U ovom projektu izabrana je komponenta MULTICOMP - MC000049, dostupno na [2]. Na osnovu tehničke dokumentacije nacrtan je i odgovarajući otisak(footprint).

Naredna komponenta je transformator. Izabrani transformator ima oznaku: Myrra 44311, dostupno na [2]. Za ovu komponentu iskorišćen je postojeći simbol transformatora, ali zbog nedostatka odgovarajućeg otiska potrebno je da se nacrta na osnovu tehničke dokumentacije odgovarajući otisak.

Nakon transformatora, postavljen je osigurač, koji sluzi kao zaštita od velikih struja. Izabrana komponenta: SCHURTER - 0034.5614.11,dostupno na [2]. S obzirom da se otisak ne poklapa sa simbolom Fuse, potrebno je da se nacrta otisak. Naredna komponenta je Grecov spoj. Izabrana komponenta je: B125C1000S, dostupno na [2].

Sledeća komponenta koja se paralelno spaja iza Grecovog spoja je kondenzator C_g od 1000uF, dostupno na [2]. Nakon toga sledi LM2596 koji treba da obezbedi na izlazu od 9 do 12 V. Na prvi pin, tacnije između prvog pina i mase nalazi se kondenzator C_{in}. Na osnovu tehničke dokumentacije izabrana komponenta je aluminijumski elektrolitski kondenzator od 470µF/50V, dostupno na [2]. Ovaj kondenzator služi da spreči velike naponske tranzicije koje se pojavljuju na ulazu. Takođe, na izlazu se nalazi kondenzator C_{out}, koji ima vrednost 220µF/35V i koji je takodje aluminijumski elektrolitski i nalazi se izmedju 2 pina i mase, dostupan na [2].

U ovoj konfiguraciji se nalaze takođe i kalem L1 koji treba biti iz grupe L38 i da ima vrednost 68µH. Izabrana komponenta je: COILCRAFT-DO5040H-683MLD, dostupan na [2]. Takođe, u konfiguraciji se postavlja i dioda D_s koja mora biti 5A/40V. Izabrana komponenta je TAIWAN SEMICONDUCTOR-SR503, dostupno na[2]. Ovoj diodi je bilo potrebno promeniti otisak, s obzirom da je u sličnom kučištu kao otpornik iskoristili smo otisak i 3D model za otpornike. Najvažniji deo ove konfiguracije predstavljaju otpornici (R_1 i R_2) koji služe da na izlazu obezbede napon koji se zahteva. Njihova vrednost se izračunava pomoću formule:

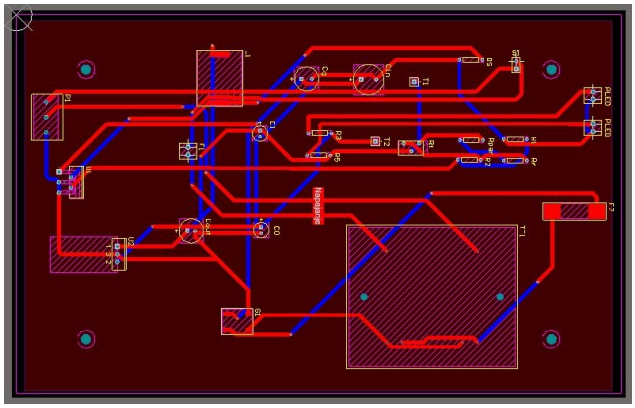
$$V_{OUT} = V_{REF}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \qquad (3)$$

Napon Vref iznosi V_{ref}=1,23 V. Da bi u ovom projektu dobili željeni napon koji se kreće od 9V-12V, stavljen je fiksni otpornik R_1 od 1KΩ tolerancije 1%. Izračunavanjem dobijamo da je R_2 za 9V 6,34KΩ a za 12V 8,75KΩ . Za otpronik R1 izabran je TE CONNECTIVITY-LR0204F1K0,dostupan na [2]. Za V_{out}=9V dobili smo vrednost od 6,34KΩ. S obzirom da se takav nalazi raspoloživ na tržistu taj je i odabran, dostupan na [2]. Za V_{out}=12V dobija se R_2=8,75kΩ. Da bi izlazni napon mogao da se menja izmedju 9 I 12 V, na red sa otpornikom R_2=6,34KΩ potrebno je vezati trimer sa maksimalnom otpornoscu R_p=8,75-6,34=2,41KΩ. Na osnovu raspoloživosti na tržistu izabrana komponenta je višeobrtni potenciometar BOURNS-3296Y-1-252LF 0-2,5KΩ sa 10% tolerancije, dostupan na [2]. Za vrednost R_{pmax}=2,5KΩ dobiće se izlazni napon koji je veci od 12V sto je nedopustivo. Zbog toga je potrebno trimeru paralelno postaviti otpornik R_x tako da je:

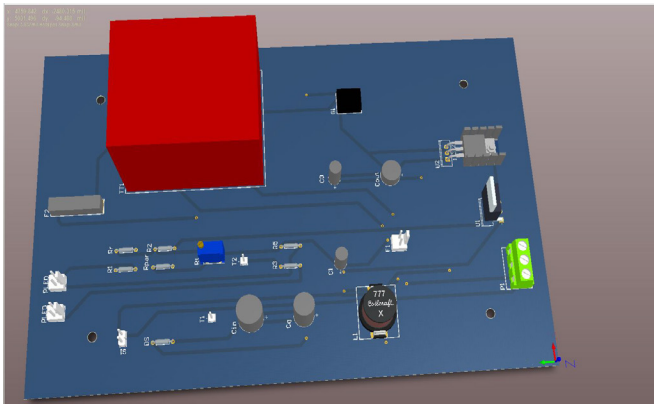
$$\frac{R_{p\max} R_x}{R_{p\max} + R_x} = 2.41k\Omega \qquad (4)$$

Ovde se dobija da je R_x=66,944KΩ. Na tržistu su raspolozivi otpornici od 66,5KΩ i 442R pa se dobija R_x=66,944KΩ. Otpornik R_{par} od 66k5, izabrana komponenta je VISHAY BC COMPONENTS-MRS25000C6652FCT00, dostupan na [2].

Za otpornik R_r od 442R odabrana komponenta je VISHAY BC COMPONENTS-MRS25000C4420FCT00 dostupan na [2]. Potrebno je obezbediti i fiksno 5V. To se postiže sa LM7805. Na ulazu i izlazu kola nalaze se dva kondenzatora C_1 i C_0. Za C_1=0,33uF izabran je PANASONIC- ECA1HHGR33, dostupan na [2]. Za C_0=0,1uF odabrana komponenta je PANASONIC-ECA1HHG0R1, dostupan na [2].



Slika 7. Layout projektovane štampane ploče

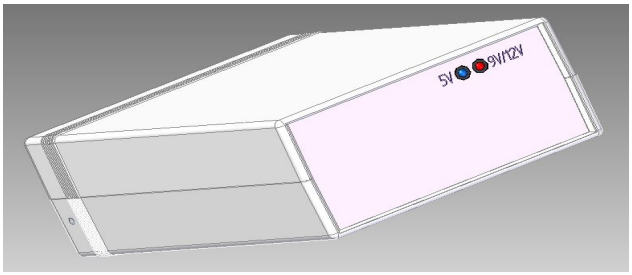


Slika 8. 3D prikaz projektovane štampane ploče

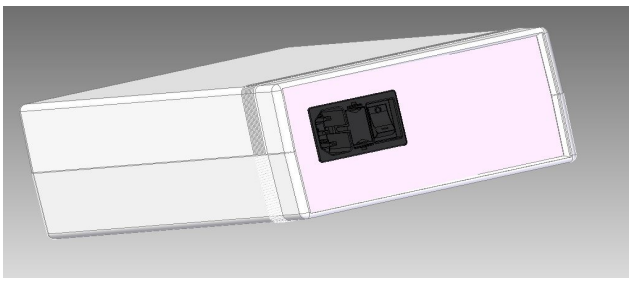
Na kraju postavljene su dve diode koje služe za indikaciju napona, a ispred njih dva otpornika koja su proracunata da ograniče struju na 20mA kako bi diode intenzivno svetlele. U ovom slučaju dioda se postavlja na prednji panel, što znaci da će na pločici u električnoj šemi biti postavljena dioda, ali njen otisak će biti otisak za konektor. Postavljena su 2 trna ili pina, koji su označeni sa T1 i T2 i koji služe za proveru napona u toj tački, dostupni na [2]. Na slikama 7 i 8 dat je prikaz odnosno 3D model pločice.

IV. Projektovanje u Solid Edg-u

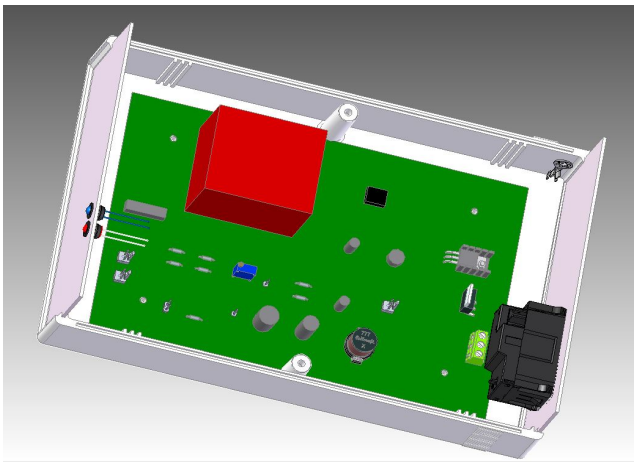
Nakon projektovanja pločice u Altium-u potrebno je sačuvati model u .step formatu. Kasnije taj step model se učita u Solid Edge i sačuva se u formatu .asm. 3D model kutije je preuzet sa sajta [1], i sam sklop kutije je bio sastavljen od gornjeg panela,donjeg panela i dva panela identičnih dimenzija sa strane. Kada se svaki deo uveze u program mora se „sastaviti“. Kada se sastavi kutija uveze se pločica koja se stavlja na podnožje donjeg panela. Na slikama 9 i 10 može se videti gotova izrađena kutija kao i unutrašnji deo na slici 11.



Slika 9. Prednji panel uređaja



Slika 10. Zadnji panel uređaja



Slika 11. Pogled odozgo na uređaj

V. Zaključak

U ovom radu je prikazana realizacija jednog prekidackog izvora napajanja, koje može da se upotrebi u školama i fakultetima za laboratorijske vežbe. U ovom projektu korišćeni su programi LTSpice IV, Altium Designer 10 i Solid Edge ST4. Ovaj uredjaj ima mogućnost proširenja i unapredjivanja, kao npr. displej na prednjem panelu za prikaz napona, spoljašnji potenciometar, usb port.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se profesoru Dr Zoranu Prijiću kao i asistentima Dr Danijelu Dankoviću i dipl. inž. Milošu Marjanoviću na adekvatnoj stručnoj i nesebičnoj pomoći.

Literatura

[1] http://www.hammondmfg.com
[2] http://uk.farnell.com
[3] Predavanja profesora Dr.Zorana Prijica, Analogna mikroelektronika. Dostupno na: mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs

Unapređenje rada sistema koji koristi Metaio SDK na osnovu količine osvetljenja i rastojanja uređaja od objekta koji se prepoznaje

Miloš Stošić, Đorđe Manoilov

Sadržaj – U ovom radu opisan je sistem koji je implementiran u cilju unapređenja tehnologije proširene stvarnosti. Aplikacija je zasnovana na Android tehnologiji i alatu Metaio SDK. Prvobitna namena sistema bila je upotreba u arheološkom parku Medijana u Nišu, Srbija. Na različitim lokacijama u Medijani postavljaju se markeri. Aplikacija prepoznaje marker i na ekranu prikazuje odgovarajući objekat, 3D model, video sadržaj, sliku. Zbog uticaja brojnih faktora, vrednosti koje se dobijaju kao rezultat rada aplikacije mogu biti različite. Najveći uticaj na nivo prepoznavanja markera, određen brzinom prepoznavanja i prikaza objekata, ima količina svetlosti na lokaciji gde se marker nalazi. Još jedan od uslova koji se treba zadovoljiti je i odgovarajuće rastojanje uređaja od markera koji se prepoznaje. U sistemu se kreira skup uslova koji prate promenu količine svetlosti na lokalitetu i promenu rastojanja uređaja od markera, na osnovu kojih se na ekranu uređaja prikazuje odgovarajuća poruka sa savetima o unapređenuju rada aplikacije.

I. Uvod

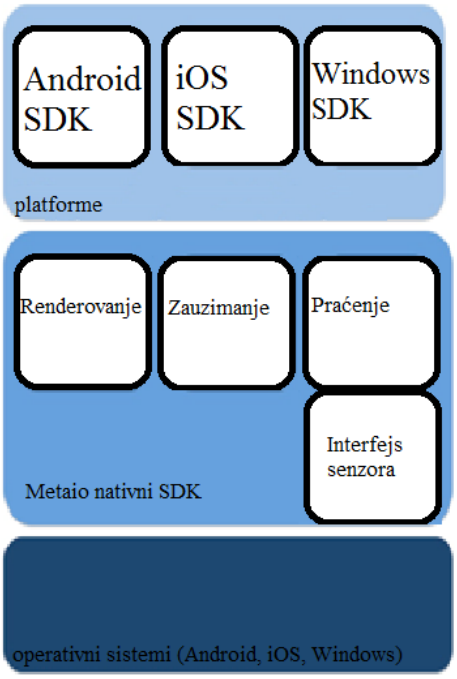
Veliki napredak tehnologije doprineo je i da sistemi koji se zasnivaju na tehnologiji proširene stvarnosti funkcionišu na visokom nivou. Bez obzira na kvalilitet rada uvek postoje elementi sistema, kao što su nivo prepoznavanja, nivo prikaza računarski generisanog sadržaja na ekran uređaja, koje je moguće unaprediti. Sistem koji je objašnjen u ovom radu zasniva se na tehnologiji proširene stvarnosti. U radu [1] testirani su alati Metaio i Vuforia SDK (Software Development Kit) i na osnovu tih rezultata kreiran je ovaj projekat. U radu je opisana implementacija Android aplikacije kao i pomoćne tehnologije i biblioteke korišćene prilikom realizacije.

A.Tehnologije

Za realizaciju sistema koristi se tehnologija proširene stvarnosti, realizovana pomoću Metaio SDK alata. Uloga ove tehnologije je da prepozna zadati marker i na njegovom mestu prikaže odgovarajući model.

B. Metaio Mobile SDK

Metaio SDK se upotrebljava za izradu mobilnih aplikacija koje se pokreću na uređajima baziranim na Android, iOS i Windows operativnim sistemima. AR pretraživač Junaio kreiran je pomoću Metaio SDK i danas ga koristi preko 12 miliona mobilnih aplikacija [2].



Slika 1. Arhitektura Metaio aplikacije

Metaio Unifeye SDK je implementiran na modularan način, pružajući mobilnom uređaju AR funkcionalnost baziranu na četvoronivovskim komponentama, kao na slici 1:

- Kompenenta praćenja (Tracking),
- Komponenta zauzimanja (Capture),
- Komponenta renderovanja (Rendering),
- Interfejs senzora (Sensor Interface).

Okruženje za implementaciju sistema je Eclipse, java programski jezik. Aplikacija se realizuje za mobilne uređaje bazirane na Android operativnim sistemima.

Metaio je vodeća kompanija u proizvodnji softvera i rešenja u oblasti proširene stvarnosti. U svom poslovanju ima više od 500 korisnika među kojima spadaju velike kompanije kao što su IKEA, Lego, Audi i Mitsubishi Electric. Do sada je kreirano više od 300 aplikacija zasnovanih na proširenoj stvarnosti pod Metaio alatom.

M. Stošić i Đ. Manoilov, studenti sa smera Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: milosstosic88@gmail.com, manoilov88@gmail.com.

Tehnologija proširene stvarnosti predstavlja mogućnost povezivanja računarski generisanog sadržaja sa stvarnim okruženjem. Kao rezultat toga dobijamo računarski generisane 3d objekte, u našem slučaju, prikazane na ID markeru koji se prepoznaje. Alat ima specijalizovani softver za prepoznavanje objekata, od crno belih markera i slika, do 3d modela iz stvarnog okruženja.

C. Senzori kod Android uređaja

Ubrzani razvoj mobilne tehnologije, a samim tim i mobilnih uređaja, doveo je upotrebu senzora na jedan viši nivo, kako kod korisnika uređaja tako i kod developera mobilnih aplikacija. Počevši sa Android 1.5 verzijom uređaja (API nivo 3), standardni skup senzora postaje slobodan. U Android verziji 2.3 (API nivo 9), novi senzori su dodati u skup alata Android developera. Standardni senzori danas uključuju akcelerometar, žiroskop, magnetometar, senzor za osvetljenje. U verziji Android operativnog sistema 2.3 dodate su metode koje na osnovu izmene parametara senzora, menjaju i rotacionu matricu, to su tako zvani „sintetički senzori“ [3, 4].

D. Android senzor API

Sastoji se od klasa koje zahtevaju i procesiraju informacije sa hardvera uređaja. Ovaj odeljak predstavlja klase u okviru Android senzor API-ja i prikazuje način korišćenja klasa kroz primere u formi koda. Ključna tačka API-ja je SenzorManager klasa, koja dozvoljava aplikaciji slanje zahteva za informacije senzora i registraciju kako bi prihvatio podatke sa senzora. Nakon registracije, podaci sa senzora se salju SenzorEventListener-u u formi SensorEvent-a koji sadrži informacije kreirane od strane Sensor objekta [5].

E. SensorManager

SensorManager je servis Android sistema koji omogućava pristup hardveru senzora. Kao i ostali sistemi, omogućava aplikacijama da se registruju i deregistruju za ivente koji se odnose na senzore. Jednom registrovana, aplikacija prima podatke senzora sa hardvera.

F. Sensor

Sensor klasa predstavlja Android reprezentaciju hardvera senzora na uređaju. Ova klasa nudi informacije o senzoru, kao što su:

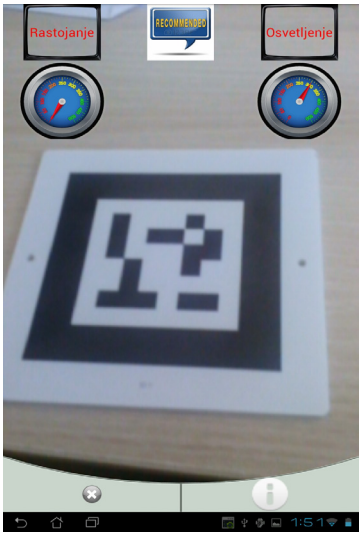
- Maximum range
- Minimum delay
- Name
- Power
- Type
- Resolution
- Vendor
- Version

SensorManager nudi dve metode za pristup objektima Sensor klase: getSensorList() i getDefaultSensor(). Metoda getSensorList() vraća sve senzore zadatog tipa dok metoda getDefaultSensor() može predstavljati i raw senzor i sintetički senzor koji manipuliše podacima sa senzora.

II. PREDSTAVLJANJE PROBELMA

A. Realizacija aplikacije korišćenjem tehnologije proširene stvarnosti

U Eclipse programskom okruženju realizovana je Android aplikacija kreirana uz pomoć Metaio SDK alata za realizaciju sistema proširene stvarnosti. Cilj aplikacije je da prepoznavanjem markera (ID marker - crno beli, marker slike, 3d objekat), na ekranu mobilnog uređaja, prikazuje odgovarajući računarski generisan sadržaj. Način na koji se sadržaj prikazuje i brzina i kvalitet odziva aplikacije zavise i od nekoliko spoljnih faktora. Dva faktora koja nezavisno od Metaio tehnologije utiču na karakteristike prilikom prepoznavanja markera su rastojanja uređaja na kome je instalirana aplikacija od markera i osvetljenje koje je zastupljeno u prostoriji u kojoj se marker nalazi. Na osnovu rezultata testiranja dobijenih u [1] dobili smo skup odgovarajućih uslova koje treba zadovoljiti kako bi se nivo prepoznavanja unapredio, a samim tim i kvalitet naše aplikacije podigao na jedan viši nivo. Na samom početku kreirana je Android aplikacija koja posredstvom *Metaio SDK* prepoznaje unapred zadati marker i prikazuje 3D sadržaj. Zatim postepenim kreiranjem algoritama za računanje osvetljenja predstavljenim u Sekciji C i računanjem rastojanje uređaja do markera predstavljenim u Sekciji B, pravimo veliki korak u unapređenju rada prethodno kreirane aplikacije.



Slika 2. Izgled aplikacije

B. Realizacija algoritma za računanje rastojanja između uređaja i markera koji se prepoznaje

Jedan od koraka realizacije naše aplikacije je kreiranje metoda za računanje rastojanja od mobilnog uređaja na kome je instalirana Android aplikacija do odgovarajućeg markera. Prvi korak je lociranje objekata u koordinatnom sistemu. Algoritam za računanje rastojanja se startuje onoga trenutka kada kamera mobilnog uređaja uoči marker. Objekti za praćenje, tj. vrednosti praćenja (markeri) imaju svoju vrednost, tj. poziciju u koordinatnom sistemu. Nakon lociranja markera vrši se računanje rastojanja po formuli kvadratni koren od zbira kvadrata sve tri vrednosti translacije. Vrednosti translacije ukazuju na to koliki je pomeraj između koordinata uređaja i koordinata markera za praćenje. Vrednost dobijena kao rastojanje prikazuje se na ekranu uređaja kao obaveštenje, dok se u drugom slučaju koristi prilikom računanja uslova u kombinaciji sa svetlosnim parametrima.

C. Implementacija skripte za merenje količine svetlosti u prostoriji u kojoj se marker nalazi

Drugi problem na koji smo naišli prilikom testiranja u [1] je i različito ponašanje algoritma za prepoznavanje pri različitim uticajima svetlosnog izvora. Praćenjem rezultata istraživanja došli smo na ideju za kreiranje skripte koja u svakom trenutku računa količinu osvetljenja u prostoriji u kojoj se nalazi marker. Jedan od načina za isčitavanje ovih parametara, a da se pritom izbegne korišćenje spoljašnjih uređaja za merenje osvetljenja je upotreba senzora koji se već nalaze na Android uređaju. Skripta isčitava vrednosti osvetljenja u trenutnim uslovima pre klase SensorManager, uz podešavanja da se kao parametar koristi LightSensor. U zavisnosti od promene osvetljenja menjaju se i uslovi prepoznavanja markera. U zavisnosti od mobilnog uređaja dobijaju se različiti rezultati za nivo osvetljenja, zato što ne poseduje svaki uređaj isti senzor. Zbog toga je kreirana metoda koja sa uređaja uzima informacije o modelu i na osnovu prethodno izvršenih testiranja različitih tipova uređaja, kreiramo skup pravila.

D. Unapređenje prikaza rezultata merenja osvetljenja i rastojanja

Kako bi se unapredio prikaz rezultata merenja rastojanja i osvetljenja, implementirana je posebna komponeneta koja grafički prikazuje rezultate, kao na slici 3, na skali u odgovarajućem opsegu (za rastojanje, od 0 do 250 cm, za osvetljenje zasvisi od vrste uređaja). Komponenta se kreira na sledeći način:

Kreira se poseban Android projekat koji se posmatra kao biblioteka. Ovom bibliotekom kreira se komponenta koja predstavlja izgled merača, time što nam Android nudi mogućnost kreiranja i eksternih komponeneti uvozom kroz biblioteku. Ovo je univerzalni model objekta koji se može prilagoditi za više različitih rezolucija i u različitim slučajevima, tj. nije specifično vezan za naš sistem.



Slika 3. Interfejs prikaza rezultata merenja

Na samom početku definišu se konture i način njihovog iscrtavanja. Ovi podaci mogu biti fiksni a mogu se i dinamički menjati prilikom poziva novo kreiranog objekta u zasebnoj klasi. Vrednosti koje prikazuje skala na meraču dobijaju se dinamički i prosleđuju komponenti istog trenutka kada kreirani algoritmi za određivanje rastojanja i količine svetlosti vrate rezultat.

D. Postavljanje skupa pravila

Nakon realizacije odgovarajućih skripti dobili smo mogućnost da na osnovu rezultata testriranja postavimo uslove. Prilikom zadovoljenja nekih od uslova, na ekranu se štampa poruka koja predlaže korisniku šta da uradi kako bi se stepen prepoznavanja i kvalitet rada aplikacije unapredili. Na osnovu rezultata testiranja u radu [1] dobili smo odgovarajući opseg vrednosti za rastojanje i količinu svetlosti. Vrednosti rastojanja prvog uslova kreću se od 0 do 60 cm, za idealno prepoznavanje, međutim za različite uslove osvetljenja na ekranu se štampa različita poruka, kao savet za unapređenje rada aplikacije. Ostali uslovi rastojanja su od 60 cm -90 cm, 90 cm – 120 cm, 120 cm – 160 cm. Kao što je već pomenuto, vrednosti osvetljenja zavise od uređaja kojim se vrši testiranje, zato što se u različitim uređajima implementiraju različiti senzori. Kreira se skup poruka vezan za rastojanja i skup poruka vezan za vrednosti količine svetlosti.

E. Skup saveta za unapređenje rada sistema

Svaki od uslova ima opciju u kojoj se testira rastojanje i osvetljenje, u okviru svakog uslova za rastojanje

proverava se nivo osvetljenja u prostoriji i u zavisnosti od tog rezultata štampa odgovarajući savet.

Spisak poruka vezanih za rastojanje:

- Za dobijenu vrednost rastojanja prepoznavanje je idealno.
- Za dobijenu vrednost rastojanja prepoznavanje je dobro.
- Smanjite rastojanje uređaja do markera kako bi popravili nivo prepoznavanja.
- Suviše ste daleko od markera koji se prepoznaje, nivo prepoznavanja je na najnižem nivou, smanjite rastojanje uređaja do markera.
- Nije moguće prepoznavanje markera na ovom rastojanju, smanjite rastojanje uređaja do markera.

Spisak poruka vezanih za količinu svetlosti u prostoriji:

- Uticaj izvora svetlosti je dobar, povećanjem količine svetlosti možete unaprediti nivo prepoznavanja.
- Idealna količina svetlosti za prepoznavanje markera i kvalitetan prikaz modela.
- Dobar nivo osvetljenja na lokalitetu.
- Nivo osvetljenja je visok, smanjite količinu svetlosti na lokalitetu.
- Veoma visok nivo osvetljenja koji narušava prepoznavanje markera, smanjite količinu osvetljenja na lokalitetu.

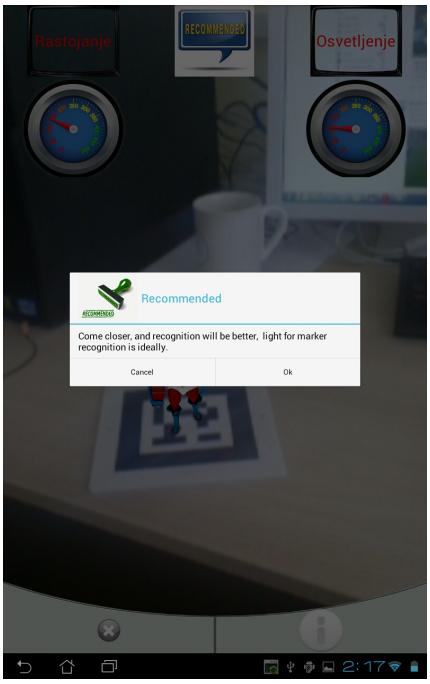
III. Rezultati rada sistema

Na Slici 4. Prikazan je izgled aplikacije u trenutku kada korisnik pokrene system i uređaj prepozna zadati marker. Sa uređaja se očitaju neophodne vrednosti osvetljenja i rastojanja, nakon čega se pozivaju uslovi koji ispituju da li dobijene vrednosti zadovoljavaju odgovarajući opseg.

U bazi podataka nalazi se skup vrednosti za kreiranje uslova i skup poruka sa preporukom šta treba uraditi kada se dobiju vrednosti merenja za dati slučaj. U slučaju prikazanom na slici 4 za rastojanje mobilnog uređaja od markera od 140 cm i osvetljenje u prostoriji gde se marker nalazi od 110 luksa korisnik aplikacije dobija poruku da je neophodno smanjiti rastojanje do cilja ali da je svetlost za prepoznavanje markera idealna i da se nalazi u odgovarajućem opsegu vrednosti dobijenom nakon testiranja u radu [1]. Tačnije, svi već postojeći rezultati koji su korišćeni prilikom ovog testiranja preuzeti su iz već pomenutog rada [1].

IV. Zaključak

Aplikacija je testirana na više različitih mobilnih uređaja od strane korisnika iz različitih sfera i došlo se do zaključka da je primena aplikacije i dobijenih rezultata velika, u različitim sferama industrije i nauke.



Slika 4. Primer prikaza rezultata rada sistema

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekat ON174026).

Literatura

[1] M. Stošić, Đ. Manoilov, D. Tatić, „Uporedna analiza karakteristika prepoznavanja markera korišćenjem Metaio SDK i Vuforia SDK“, YuInfo 2014, Kopaonik, Srbija.

[2] T. Lord, „Computer Vision Meets Visual Computing: Augmented Reality & The GPU“, US Marketing & Media Relations, Metaio, Munich, October 2013.

[3] G. Milette, A. Stroud, „Android Sensor Programming“, 65-67 page.

[4] W. Yu, „Android Sensor Programming“, 2-12 page.

[5] T. Nadeem, „App Development for Smart Devices-Android Sensors“, 2012.

Elektronska brava SICEF-a

Milan Ivković, Bojana Đukić, Đorđe Tasić, Miloš Janošević, Danijel Miloradović, Miloš Jovanović, Aleksandar Rutić, Nemanja Miladinović, Aleksandar Đorđević, Nenad Milosavljević

Sadržaj –Ovim radom ćemo prikazati uređaj pomoću kojeg će biti omogućeno da se putem aplikacije SMART telefona zaključaju/otključaju vrata prostorije. Pomoću Bluetooth komunikacija ostvaruje se veza između bluetooth modula koji je povezan na štampanu pločicu i mobilnog telefona.

I. UVOD

Želimo da pokažemo našu ideju za drugačiji način zaključavanja i otključavanja brave na vratima. Kako su pametni telefoni trenutno u ekspanziji smislili smo način da pomoću njih kotrolišemu našu bravu, tako da su oni u centru pažnje ovog projekta. Ideja je da osoba koja želi da uđe u prostoriju ne otključava vrata klasičnim načinom, tj. ključem, već da upotrebljava savremenu tehnologiju koju poseduje, preko aplikacije na svom pametnom telefonu jednostavnim klikom otključava bravu na vratima. Kao što svaki ključ ima kombinaciju koja odgovara samo datoj bravi, tako i telefon poseduje sopstveni ID(IMES) broj koji brava prepoznaje i omogućava ili zabranjuje pristup i samim tim beleži ko je i kad ušao u prostoriju.

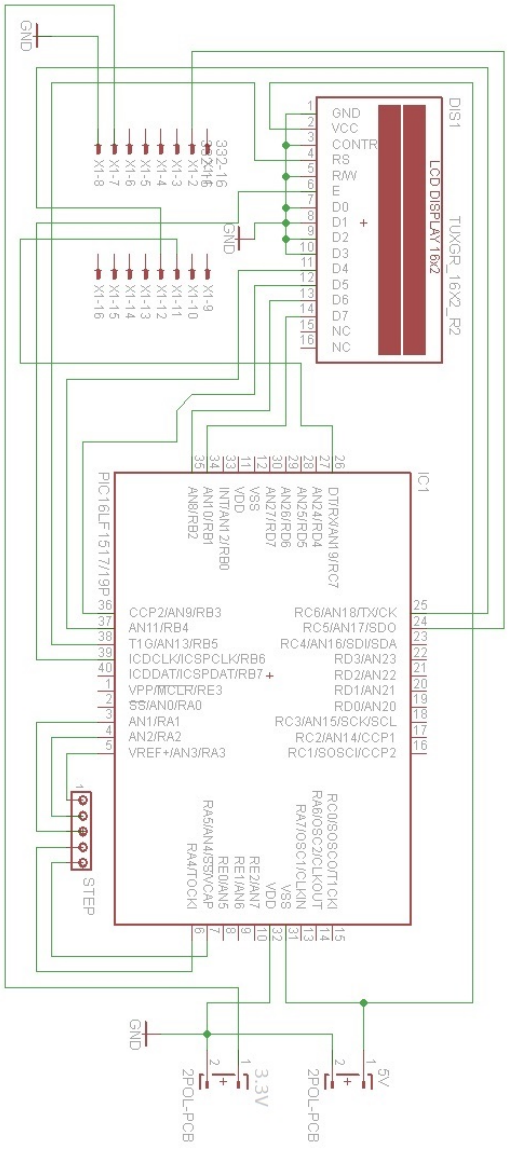
II. PRINCIP RADA

Cilj projekta je, kao što smo u uvodu naveli, da klasično zaključavanje/otključavanje zamenimo nečim savremenijim. Koristimo bluetooth komunikaciju zato što smatramo da je dovoljno pouzdana i lako primenljiva. Osoba koja želi da uđe u prostoriju otključavaće vrata preko aplikacije sa svog mobilnog telefona. Aplikacija se trenutno nalazi u krajnoj fazi razvoja i trenutno je prilagođena samo Andorid operativnim sistemila. Ona obavlja veliki deo posla zato što je putem interneta povezana na bazu podataka koja sadrži listu korisnika kojima je pristum dozvoljen. Kada korisnik želi da pristupi prostoriji pomoću ove aplikacije, ona proverava da li je IMES (ID) telefona u bazi i da li je tom korisniku pristup dozovoljen, ako jeste, šalje kontroleru šifrovanu poruku da otvori i tada na display-u stoji poruka "Dobrodošli Ime Prezime" i u drugoj tabeli upisuje podatak ko je i ukoliko sati pristupio. Ako korisniku nije dozvoljen pristup na display-u će se prikazati odgovarajuća poruka.

M. Ivković, B. Đukić, Đ. Tasić, M. Janošević, D. Miloradović, M. Jovanović, A. Rutić, N. Miladinović, A. Đorđević,N. Milosavljević su članovi projektnog tima SICEF, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

E-mail: milan.ivkovic@elfak.rs, milos.janosevic.94@gmail.com, milosjovanovic991@gmail.com, miloradovic1309@gmail.com, acarutic@elfak.rs, aleksandar018djordjevic@gmail.com, nemanjaks4@gmail.com bojana.djukic1991@gmail.com, nenadmilosavljevic89@gmail.com

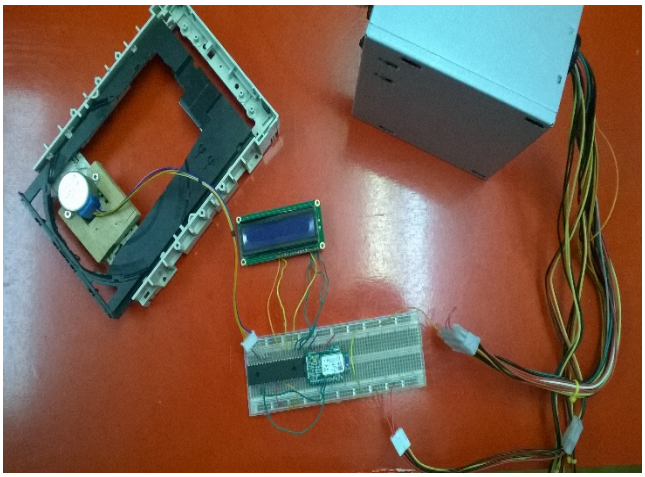
Elektronaska brava, tj. mehanizam, će biti implementirana u ram vrata koja će služiti da blokira ili oslobidi jezačak na vratima. Izabrali smo ovakav način iz razloga da bi vrata mogla da se zaključavaju ili otključaju i ključem, u slučaju da bluetooth komunikacija iz nekog razloga ne radi ili ako neko nema mobilni uređaj koji podržava instalaciju potrebne aplikacije.



Slika 1.

Prva ideja je bila da se baza korisnicima kojima je odobren ulaz i baza koje je kad ušao u prostoriju nalaze u kontroleru, međutim odlučili smo se da aplikacija obavlja taj deo logike zbog fleksibilnosti, jer preko Web strane admin može da dozvoli i nedozvoli korisnicima pristup, dok bi kod prve verzije morali svaki put fizički da se povežemo sa kontrolerom i upload-ujemo novi kod na PIC kontroler.

Elektronika koja se nalazi u bravi se sastoji od bluetooth modula koji služi za komunikaciju sa mobilnim uređajem. PIC mikrokntrolera, koji vrši obradu signala i na osnovu algoritma koji poseduje određuje da li će vrata biti otključana ili ne, i koja će poruka biti ispisana na displeju. STEP motora koji pokreće mehanizam otključavanja i zaključavanja. Na slici 1 je prikazana električna šema brave kao i delovi koje smo već pomenuli. Na šemi se vide konektori koji služe da se prikači step motoro (konektor sa 5 pina) i bluetooth modul (konektor sa 16 pina). Ostala dva konektora služe da se prikači eksterno napajanje od 5V i 3.3V. Mikrokontroler, displej i step motor koriste 5V, dok 3.3V koristi bluetooth modul.



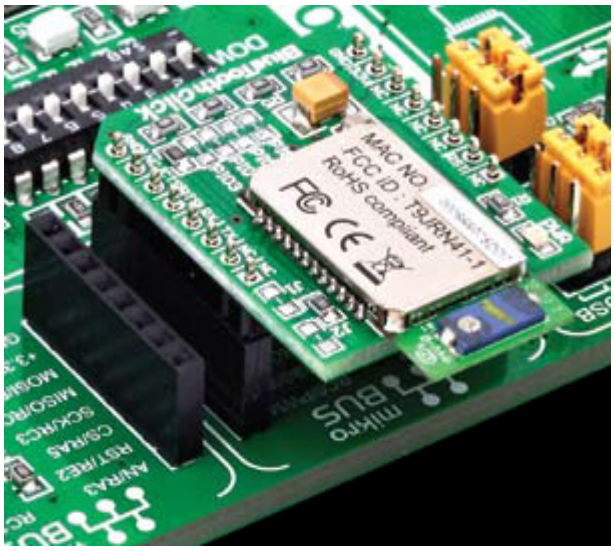
Slika 2.

Na slici 2 je praktičan prikaz šeme sa slike 1. Na protoboard-u se nalaze mikrokontroler i bluetooth modul, dok je sa strane mehanizam, display i eksterno napajanje. Mehanizam koji će služiti za zaključavanje i otključavanje je modifikovano kućište CD čitača[1].

Za eksterno napajanje smo se odlučili da iskoristimo staro PC napajanje[2]. Iskoristili smo ga jer ima sve potrebne napone koji nam trebaju i koji nam mogu zatrebati u budućem toku razvitka projekta, stabilan napon, zaštitu od kratkog spoja, ulaznog prenapona i dr.

Što se tiče njegovog uključivanja korišćeno je prespajanje zelene i crne žice na 24-voro pinskom konektoru.

III. BLUETOOTH MODUL [3]



Slika 3. Izgled modula na razvojnoj ploči

Bluetooth click modul koji koristimo u ovom projektu je namenjen za razvojne ploče tipa EasyPic[4]. Pogodan je što može direktno da se montira na razvojnu ploču i odmah da se koristi.

Takođe je kompatibilan je za sve verzije bluetooth uređaja, 2.1, 2.0, 1.2 i 1.1 . Takođe, poseduje UART[5] tehnologiju koja omogućava lak i jednostavan rad jer direktno može biti priključen na mikrokontroler ili neki drugi uređaj.

Što se tiče tehničkih karakteristika ovog modula, poseduje zavidnu distancu prijemnog signala od 100m. Pritom pri radu troši svega 30mA, a u toku sleep moda 10mA. Što ga svrstava među najefikasnijim bežičnim modulima. Napaja se sa 3,3V napona tako, a naše PC napajanje ima izlaz za ovaj napon tako da ih direktno povezujemo

IV. APLIKACIJA ZA MOBILNI TELEFON

Aplikacija za mobilni telefon je kompleksna dok je njen dizajn krajnje jednostavan. Posedovaće dugme za otključavanje i zaključavanje dok će administrator imati mogućnost da pristupa bazi ulaska/izlaska i bazi odobrenim korisnicima. Aplikacija će s vremena na vreme(1-2 dana) prikupljati podatke o tome ko ima dozvolu za pristup kao i podatke ko je u prostoriji i ko je bio. Pristupa se prostoriji na sledeći način: korisnik se približi vratima, telefon detektuje bluetooth konekciju, poveže se i zatim se pritisne dugme za otključavanje brave, aplikacija proverava bazu podataka, ako se odgovarajući ID telefona nalazi u bravi šalje poruku kontroleru da otključa vrata a u suprotnom prikazuje na display-u poruku da pristup nije odobren. Na sličan način će se i zaključavati.



Slika 4. Ilustracija aplikacije

V. KORIŠĆENE KOMPONENTE

1x PIC18F45K22
1x LCD display
1x bluetooth clickboard
2x female line connectors 8 pins
1x male doubleline connector 5 pins
2x female power connector 2 pins

VI. MOGUĆA USAVRŠAVANJA

Budući da je ovo prva i test verzija projekta, na umu su nam dalja usavršavanja kao na primer ugrađivanje GSM modula, zatim slanje notifikacija putem aplikacije administratorima da postoje neželjeni pokušaji ulaska, poboljšanje mehanizma kao i višestruka zaštita brave u smislu da autoindetifikacija bude i putem telefona i pomoću telefona da bi se onemogućili potencijalni pokušaji upadanja (hakovanja) sistema.

Napredak projekta moći će da se vidi na sajtu sicef.info u odeljku Projekti.

VII. ZAKLJUČAK

Želeli smo da ovim projektom tradicijalne brave zamenimo nečim savremenijim. Kao i da napravimo spoj između mehanike, elektronike i softvra. Takođe da naučimo što više, steknemo praktična iskustva koja su potrebna za realizaciju ovog projekta, razvijemo timski duh i spojimo studente sa drugih smerova kako bi nešto novo naučili, čuli i razvili mnoge sposobnosti koje će nam biti potrebne za buduću karijeru. Ovo je prvi praktični projekat SICEF-a, nadamo se da će u narednom periodu biti još više sličnih projekata.

ZAHVALNICA

Ovim putem želimo da se zahvalimo svim članovima SICEF-a, a posebno članovima projektnog tima na požrtvovanom radu tokom pisanja i implementace raznih projekata koji uključuje i ovaj. Takođe želimo da se zahvalimo asistentu Milošu Marjanoviću, kao i katedri za mikroelektroniku na pomoći i savetima tokom pisanja i konstrukcije projekta kao i kompaniji Mikroelektronika što su imali vere u nas i obezbedili nam deo potrebnih komponenti.

LITERATURA

[1] CD čitač http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_disc_drive
[2] PC napajanje računara http://sr.wikipedia.org
[3] Bluetooth modul http://www.mikroe.com/downloads/get/1744/bluetooh_click_manual_v100.pdf
[4] EasyPic http://www.mikroe.com/easypic/
[5] UARThttp://en.wikipedia.org/wiki/Universal_asynchronous_receiver/transmitter

Projektovanje sistema za brojanje posetilaca u realnom vremenu uz pomoć TSOP senzora

Miloš Mitić, Nikola Krstić, Đorđe Veličković

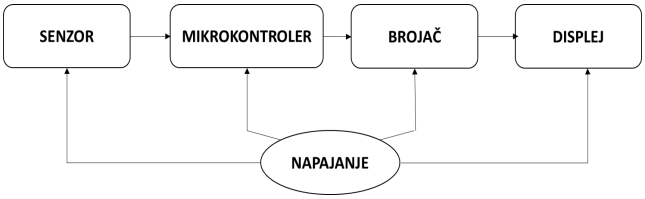
Sadržaj – U ovom radu objašnjeno je projektovanje električne šeme i *layout*-a štampane ploče sistema za brojanje posetilaca u realnom vremenu uz pomoć TSOP senzora koji ima mogućnost brojanja unapred i unazad, a rezultate ispisuje na 7-segmentnom displeju.

I. Uvod

Brojač posetilaca je uređaj koji se koristi za brojanje ljudi koji su prošli kroz vrata ili neki drugi prolaz. Najčešće, sistem za brojanje posetilaca se koristi na ulazu zgrade da bi bilo moguće pratiti ukupan broj posetilaca u njoj. Sistem za brojanje posetilaca se može iskoristiti za istraživanje i razvoj marketinga (procena broja turista) ili u bezbednosnim primenama (prilikom evakuacije, bitno je znati koliko je ljudi u zgradi u bilo kom vremenu).

Različiti senzori sa različitim uspehom se koriste za brojanje ljudi, a neki od njih su IR senzori, termički senzori i video kamere. U ovom radu koriste se TSOP (*Thin Small Outline Package*) senzori kao IR prijemnici zbog svoje zadovoljavajuće preciznosti i pouzdanosti, a i niske cene, pogotovo u odnosu na video kameru kao senzor.

Sistem opisan u ovom radu razvijen je i testiran na razvojnom okruženju *EasyPic* 6 [1] sa mikrokontrolerom PIC16F887 [2]. Blok šema sistema prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema sistema za brojanje posetilaca

Senzorski blok se sastoji od dva TSOP senzora i jedne IR diode, i to tako da je diodno kolo fizički odvojeno od ostalih blokova odnosno od celog sistema i nalazi se na posebnoj štampanoj pločici. Na taj način omogućuje se lako montiranje diodnog kola na jednoj strani ulaza u prostoriju, dok se na drugoj strani nalazi ostatak sistema. Za displej je korišćen LCD displej u okviru razvojnog okruženja, kao i eksterni 7-segmentni displeji. Svi blokovi napajaju se sa 5V DC.

Miloš Mitić, Nikola Krstić i Đorđe Veličković su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: mmitic@elfak.rs, n.krstic@elfak.rs velicko992.2@hotmail.com

II. Projektovanje sistema

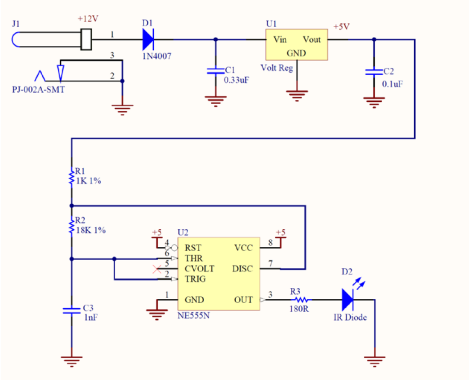
A. Projektovanje hardvera

Za senzore izabran je TSOP31236 [3] čija je noseća frekvencija 36 kHz i IR dioda IRS5 [4]. Potrebna su dva senzora kako bi se odredilo iz kog pravca je prekinut signal koji IR dioda daje TSOP-u, odnosno da li je posetilac ušao u prostoriju ili je izašao. Ilustracija prekida veze između TSOP-ova i IR diode data je na slici 2.



Slika 2. Ilustracija prekida veze između TSOP-ova i IR diode

Imajući u vidu da je noseća frekvencija TSOP-a 36 kHz potrebno je dovesti signal diodi sa tom frekvencijom. Postoje dve mogućnosti za to, jedna od njih je da se uz pomoć mikrokontrolera napravi PWM (*pulse-width modulation*) signal, ali to iziskuje vezu sa mikrokontrolerom, a budući da je pločica sa diodom fizički odvojena od ostatka sistema ovde se signal obezbeđuje astabilnim multivibratorom realizovanim sa NE555 [5]. Na slici 3 prikazan je deo senzorskog bloka sa IR diodom koji će se naći na jednoj PCB pločici.



Slika 3. IR dioda sa NE555 astabilnim multivibratorom (PCB1)

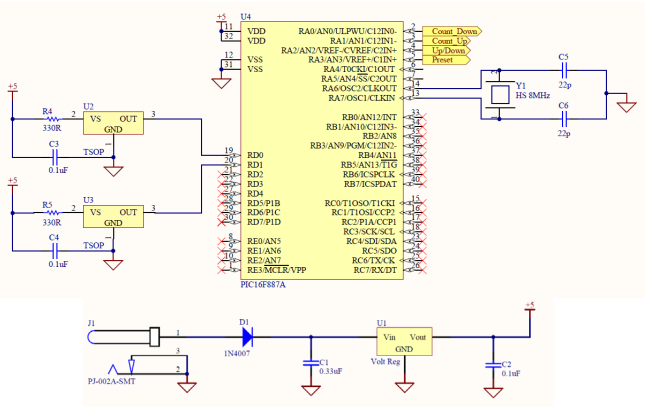
Izlaz iz TSOP-ova se dovodi na pinove mikrokontrolera i to na pinove D.0 i D.1. TSOP-ovi su *active-low* komponente što znači da je njihov izlaz jednak 0V kada veza između njih i diode nije prekinuta, odnosno napon napajanja (u ovom slučaju 5V) kada je prekinuta. Budući da je uređaj projektovan da na jednom 7-segmentnom displeju uvećava i smanjuje broj slobodnih mesta, a pored toga i da pokazuje maksimalnu posetu na drugom 7-segmentnom displeju izabrani su dekadni brojači CD4029 [6] i CD4026 [7]. Imajući to u vidu softverskom logikom je obezbeđen izlaz iz mikrokontrolera i to na različitim pinovima u zavisnosti koji TSOP prvi bude u prekidu vodi se na *clock* brojača direktno kod CD4026, a preko NILI logičkog kola kod CD4029 i na *up/down* pin brojača direktno sa mikrokontrolera. Logičko kolo obezbeđuje kašnjenje koje je potrebno da bi na brojač CD4029 prvo stigao signal na up/down pin kojim se određuje da li brojač broji naviše ili naniže, a ne unosi nikakvu drugu promenu signala. Funkcija logičkog kola prikazana je na slici 4.

Sa izlaza brojača CD4029 vodi se signal na dekoder 74LS47 [8] koji pretvara BCD kod u 7-segmentni, koji se preko otporne mreže od 470Ω vodi na 7-segmentni displej. Kod brojača CD4026 dekoder je integrisan u njemu, pa njegov izlaz preko otporne mreže ide direktno na 7-segmentni displej. Šema na kojoj je prikazan način povezivanja mikrokontrolera sa TSOP-ovima prikazana je na slici 5. Na slici 6 prikazan je ostatak šeme sistema, tj. brojači sa 7-segmentnim displejima i logičkim kolom.

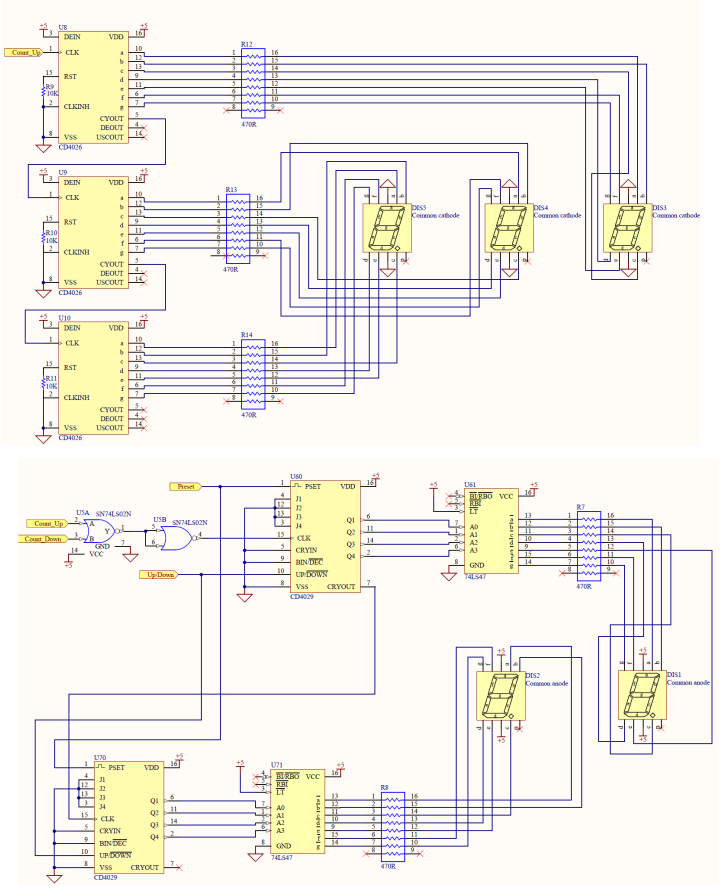
PORTA.0	PORTA.1	CLK
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

UP/DOWN
0
0
1
1

Slika 4. Funkcija logičkog kola



Slika 5. Mikrokontroler sa TSOP-ovima i blok napajanja



Slika 6. Šema logičkog kola i brojača sa 7-segmentnim displejima

B. Razvoj softvera

U softverskom paketu *Proton BASIC Compiler* napisan je celokupan program. Na početku su definisane vrste promenljivih kao i njihove početne vrednosti, a među njima je i ona koja određuje broj slobodnih mesta u prostoriji. Njena početna vrednost se može menjati u zavisnosti od broja mesta u prostoriji ili zgradi ispred koje bi sistem bio montiran. Budući da je korišćen i *COG 2x16 LCD* displej [9] definisane su i funkcije koje omogućavaju njegovo korišćenje.

Veoma bitan deo programskog koda, odnosno softverska logika koja omogućava uvećavanje odnosno smanjivanje broja slobodnih mesta u zavisnosti da li je posetilac napustio ili ušao u prostoriju prikazana je u nastavku:

```
nema=1
a=0
b=0
c=50
start:
If nema=1 Then
    If PORTD.0 = 0 And PORTD.1=1 Then
        nema = 0
        a = 1
        GoTo start
    EndIf
    If PORTD.0 = 1 And PORTD.1=0 Then
        nema = 0
        b = 1
        GoTo start
    EndIf
Else
    While PORTD.0 = 0 Or PORTD.1 = 0
    Wend
    nema=1
    If a=1 Then
        PORTA.2=1
        DelayMS 100
        PORTA.0=1
        a=0
        c=c+1
    EndIf
    If b=1 Then
        DelayMS 100
        PORTA.1=1
        b=0
        c=c-1
        d=d+1
    EndIf
    DelayMS 100
    PORTA.0 = 0
    PORTA.1 = 0
    PORTA.2 = 0
EndIf
Print At 1,1, "Br. mesta: ", Dec c, "    "
Print At 2,1, "Br. ulazaka: ", Dec d, "
"
GoTo start
```

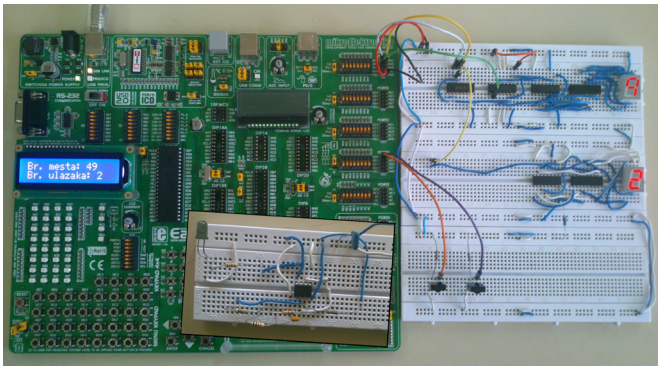
Program se izvršava u beskonačnoj petlji *start*. Pre petlje *start* zadata je početna vrednost promenljivoj *nema* koja pokazuje da li ima prekida između diode i TSOP-a (kada je *nema*=1 nema prekida, odnosno kada je *nema*=0 ima prekida). Promenljive *a* i *b* služe za definisanje sa koje strane je došao prekid (promenljiva *a* dobija vrednost 1 kada je prekinuta komunikacija samo između IR diode i TSOP-a koji je bliži prostoriji a promenljiva *b* ostaje jednaka 0, odnosno promenljiva *b* dobija vrednost 1 kada je prekinuta samo komunikacija između IR diode i TSOP-a koji je bliži vratima, a promenljiva *a* ostaje jednaka 0). *While* petljom se čeka da se na pinu D.0 ili D.1 pojavi logička 1, a kada dođe do toga proverava se da li je *a*=1 i *b*=0. Ukoliko je to slučaj, posetilac je izašao pa se povećava broj slobodnih mesta (*c=c+1*), i putem pina A.2 šalje signal brojaču CD4029 koji broji slobodna mesta. Na *up/down* pin se šalje logička jedinica da bi brojao naviše, a potom i putem pina A.0 kroz logičko kolo NILI se šalje signal čija prednja ivica okida brojač na *clock* pinu i vrednost promenljive *a* se vraća na nulu. Ukoliko je *a*=0 i *b*=1 posetilac je ušao pa se povećava broj posetilaca (*d=d+1*) i iz tog razloga se brojaču CD4026 putem pina A.0 šalje signal direktno na *clock* pin čija ga prednja ivica okida, a u isto vreme se i smanjuje broj slobodnih mesta (*c=c-1*). Iz tog razloga se brojaču CD4029 putem pina A.1 preko logičkog kola NILI šalje signal na *clock* pin i on broji unazad jer je pin *up/down* na logičkoj nuli. Nakon toga se svi izlazni pinovi koji idu u brojač resetuju na nulu i na LCD displeju ispisuje sledeći tekst:

```
Br.mesta: c
Br.ulazaka: d
```

gde je *c* broj slobodnih mesta, a *d* ukupan broj ulazaka do tog trenutka. Posle toga program se vraća na početak petlje *start* i proverava opet stanje na pinovima D.0 i D.1 tj izlaz iz TSOP senzora.

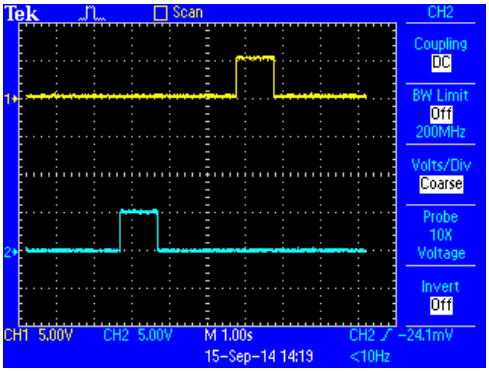
IV. Realizacija sistema

Sistem je razvijen i testiran u laboratorijskim uslovima na razvojnom okruženju i proto ploči (slika 7).



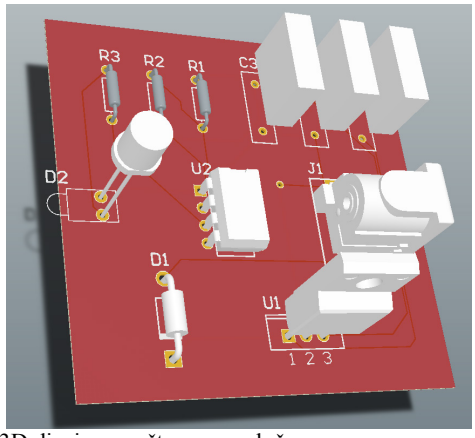
Slika 7. Sistem na proto ploči i razvojnom okruženju

Slika 8 prikazuje verifikaciju rada sistema na osciloskopu, tj. prikazani su signali koji se šalju iz mikrokontrolera (PORTA.0 i PORTA.1) brojačima. Signal obeležen sa 1 je snimljen pri prolasku u jednom smeru, a signal obeležen sa 2 pri drugom smeru. Vreme između prolazaka je 2s.



Slika 8. Napon na pinovima A.0 i A.1 u slučaju prolazaka

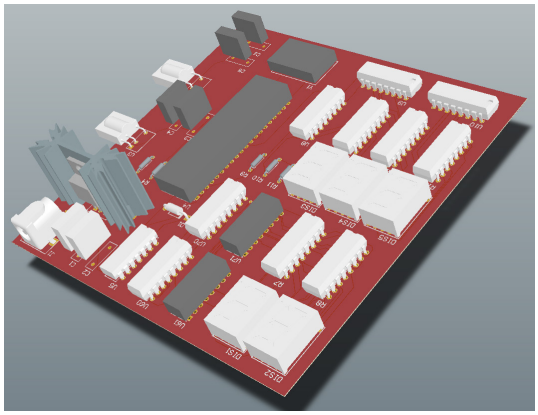
Urađen je predlog realizacije uređaja na štampanim pločama i njihov dizajn. 3D dizajn prve štampane ploče na kojoj je dioda sa astabilnim multivibratorom prikazan je na slici 9, dok je drugi deo uređaja, tj. druga štampana ploča sa mikrokontrolerom, TSOP-ovima, brojačima i 7-segmentnim displejima prikazana na slici 10.



Slika 9. 3D dizajn prve štampane ploče

V. Zaključak

U radu je prikazan jedan od načina projektovanja sistema za brojanje posetilaca u realnom vremenu. Prikazan je predlog realizacije uređaja na štampanoj ploči, tj. njen 3D dizajn. Ostavljena je i mogućnost nadogradnje sistema, na primer ugradnjom zujalice koja bi zvučnim signalom signalizirala promenu broja posetilaca. Sistem se sastoji od dveju malih štampanih ploča, što omogućava veoma lako montiranje na ulazu prostorije čiji se broj posetilaca broji.


Slika 10. 3D dizajn druge štampane ploče

Zahvalnica

Autori rada zahvaljuju kolegama Milošu Marjanoviću i Aleksandru Iliću na nesebičnoj pomoći pruženoj prilikom izrade ovog rada. Takođe, zahvaljujemo se svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku na znanju koje su nam pružili, što je bilo od neprocenjive koristi prilikom realizacije rada.

Literatura

[1] EasyPic 6, Datasheet, Mikroelektronika, 2009. [On Line]. Dostupno na: http://www.mikroe.com/downloads/get/311/easypic6_manual_v100.pdf

[2] PIC16F887, Datasheet, Microchip, 2012. [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291G.pdf

[3] TSOP31236, Datasheet, Vishay, 2012. [On Line]. Dostupno na: http://www.vishay.com/docs/82492/tsop312.pdf

[4] IRS5, Datasheet, LiteON, 2010. [On Line]. Dostupno na: https://www.schukat.com/schukat/schukat_cms_en.nsf/index/FrameView?OpenDocument&art=IRS5&wg=X2345

[5] NE555, Datasheet, Texas Instruments, 2014. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf

[6] CD4029, Datasheet, Texas Instruments, 1998. [On Line].Dostupno na: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26866/TI/CD4029.html

[7] CD4026, Datasheet, Futurlec, 2014. [On Line].Dostupno na: http://www.futurlec.com/4000Series/CD4026.shtml

[8] 74LS47, Datasheet, Fairchild, 2014. [On Line].Dostupno na: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/51080/FAIRCHILD/74LS47.html

[9] COG 2x16 LCD displej, Datasheet, Mikroelektronika, 2014. [On Line]. Dostupno na: http://www.mikroe.com/downloads/get/1211/cog_manual_v100.pdf

MoodleQuiz Android Application for Solving Moodle Quizzes

Milena Frtunić, Leonid Stoimenov

Abstract – Due to the advancement in technology, there are many new ways for learning, teaching and testing student's knowledge. In this paper the system that enables automatic evaluation of student's knowledge in and out of classroom is presented. Since the system consists of several parts in this paper the focus will be on MoodleQuiz Android application that provides functionalities for students to attempt Moodle quizzes on Android mobile devices.

I. Introduction

Advancement in technology in the past decade brought many new technics in the world of teaching and learning. E-learning as one of them brought many new possibilities for improving process of learning, sharing information and facilitating communication between the two parties.

E-learning refers to the use of the Internet and communication technologies for teaching and learning [1]. It covers all the activities performed by an individual or a group of users online or offline, synchronously or asynchronously via networked or independent computers and other electronic devices. Basic features of e-learning systems are flexibility that comes from using technology and access to plenty multimedia content.

Learning management systems (LMS) are the largest group of e-learning systems. Learning Management System is a software application for the administration, documentation, tracking, reporting, e-training and attending training courses [2]. These systems usually enable creation and storage of multimedia educational material. Also, it supports individual submission of material and creation of assignments for student to test their knowledge. Furthermore, learning management systems save information about every student separately and use it for monitoring the progress that student makes in the course and forming his final grade of the course. In these systems the communication between students and teachers is done via email or forums with the involvement of all the participants of the group.

M. Frtunić is with the Department of Computer Science, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: milena.frtunic@elfak.ni.ac.rs

L. Stoimenov is with the Department of Computer Science, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: leonid.stoimenov@elfak.ni.ac.rs

Due to the rapid increase in popularity of learning management systems, a large number of different commercial and open source tools for distribution, storage and management of learning materials, appeared on the market.

E-learning systems became standard in the recent years, since both educational institutions and students saw the benefits of using e-learning systems in every day teaching and learning. However, due to fast development of mobile technology – mobile phones and tablets – mobile learning (m-learning) is growing more popular every day. It is becoming clear that mobile devices came to be very powerful and useful for the majority of needs that users have on the Internet. These advancements enable creation of the very powerful m-learning systems that can have all features of standard e-learning systems.

Furthermore, students are used to having their mobile devices and they expect to be able to do everything using them. Because of these reasons m-learning systems are gaining on popularity every day.

In the next part of this paper Moodle will be presented, with focus on quiz module which enables automatic testing of the student's knowledge. Furthermore, statistics from the course Database Systems at Faculty of Electronic Engineering in 2014 will be discussed in order to justify the need for mobile application for solving Moodle Quiz. After that the MoodleQuiz application itself will be presented.

II. Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) is one of the most popular open-source learning management systems [3]. This LMS is designed for all kinds of schools, colleges and universities. Also, the users of this system can be individual teachers that want to make their teaching materials organized, available and easily accessible at all times to their students over the Internet. The core of the Moodle system consists of courses that contain activities and resources. Moodle supports over twenty activities, and each of them can be adapted for different needs. Moreover, Moodle supports many different modules that provide possibilities for improving process of teaching and learning.

One of them is module for handling quizzes [4]. This module provides functionalities for creating and publishing different types of quizzes that can be used for automatic evaluation of student's knowledge and progress in the

course. These quizzes can be used not only for establishing student's final grade in the course, but also for creating an easy way for students to test their knowledge during the preparation of the exam. They are a very good solution for testing a large number of people at the same time and advantage is that the results of the quiz is know the same moment the quiz is finished, since the evaluation of the quiz attempt is done automatically.

Moodle quiz module supports nine different types of questions [5] that can be included in the quiz: description, true/false, short answers, essay, matching questions, multiple-choice questions, numerical, calculated and embedded questions. For each quiz there are many settings that can be changed in order to create appropriate quiz, depending of the purpose. These settings are: number of questions in the quiz, from which categories the questions must be, duration of the quiz, time when the quiz opens, time when the quiz closes, whether the quiz is protected with the password, which students can access the quiz, to which course the quiz belongs.

Since m-learning is becoming more popular every day it can be very useful to develop system that can support solving Moodle quizzes on mobile devices. With this option, students will be able to test their knowledge in and out of classroom, at any time, regardless of whether they have a computer available at the moment.

This would allow students to attend mandatory tests in their courses without being in the classroom. This way, no student will have to lose points if he was not able to come at the required time in the classroom and do the quiz. This can be very important for hardworking students that do not want to lose any points but for some reason are unable to attend the test.

To prove this, we pulled statistics for the course Database Systems at Faculty of Electronic Engineering at University of Niš, to see how many students attended tests when it was not possible to attempt Moodle quiz out of the classroom. The statistics is shown in Fig. 1.

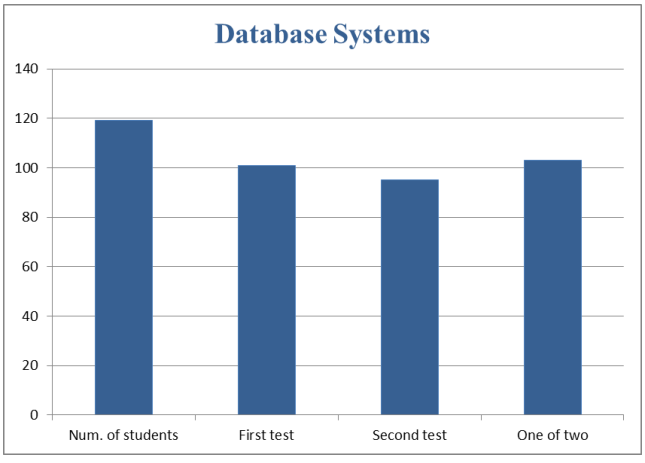


Fig. 1 Statistics for course Database systems in 2014 on Faculty of Electronic Engineering, University of Niš

During the semester, for the course Database Systems, two tests are organized. These tests make for 10% of the final grade. If the students do not attend these tests they won't be able to get maximum grade at the end of the course. For that reason students always do their best to come at those classes. As it can be seen from the Fig. 1, in spring semester 2014, 119 students attended the course; first test attempted 101 students and second 95. The statistics also showed that there were students that took only one of the tests. Between those students were some that had very good results at the test they took, some even had maximum number of points. For that reason, it was not expected from them not to attend other test. At the end of the semester, final results showed that among these students were candidates for the highest grade, but since they did not attempt one of the quizzes some of them did not get the highest grade.

Because of this, and the fact that accessing to Moodle quiz through a web browser on mobile phone can be challenging, we decided to develop application for attempting Moodle quizzes on mobile devices. For the first stage, we decided to develop Android application that will support Moodle quiz module. The decision to develop Android application was because most of the students that attend Faculty of Electronic Engineering at University of Niš use Android devices. The main idea was to see how will students react to possibility of attempting quizzes on their mobile devices and will the percentage of the students that do not attend quiz drop.

III. MOODLEQUIZ

MoodleQuiz is an Android application developed for solving Moodle quizzes on Android mobile devices. It is a central part of the system that consists of three parts:

- Android application,
- Moodle server with *Moodle mobile quiz plugin*,
- Moodle database.

Since Moodle does not support any external functions for retrieving information about Moodle quizzes or attempting them from other applications, MoodleQuiz application uses *Moodle mobile quiz plugin* for that purpose. *Moodle mobile quiz plugin* is developed within this project and contains external functions for:

- retrieving Moodle quiz information,
- creating quiz attempt on the server from third party application,
- updating quiz information on Moodle server from third party application.

The application is designed to make no differences to course's administrator between solving the quiz on Moodle system and attempting it by using the application. Although Moodle supports nine types of questions in the Moodle quiz module, MoodleQuiz supports four commonly used types of questions: true/false questions, short answer questions, matching questions and multiple-choice questions.

The application can be used only by users that already have accounts on some Moodle system. In order for users to use MoodleQuiz they need to enter URL address to Moodle server they want to access, their username and password. In Fig. 2 the starting point of the application is shown.

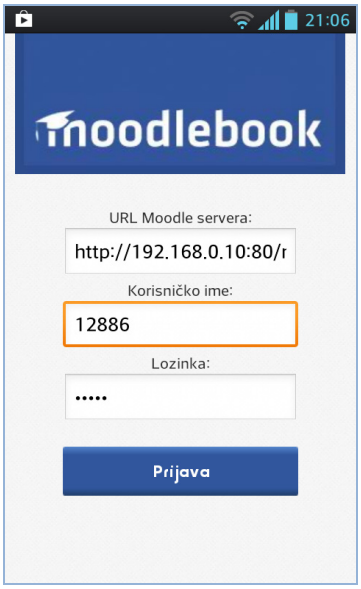


Fig. 2 Registration on MoodleQuiz application

If the user has entered correct information he will be able to proceed and access to all courses that he is enrolled in. If the user is not enrolled in any course, the appropriate message will be shown to the user and he won't be able to proceed and access any courses. In Fig. 3 the example of list of courses is presented.

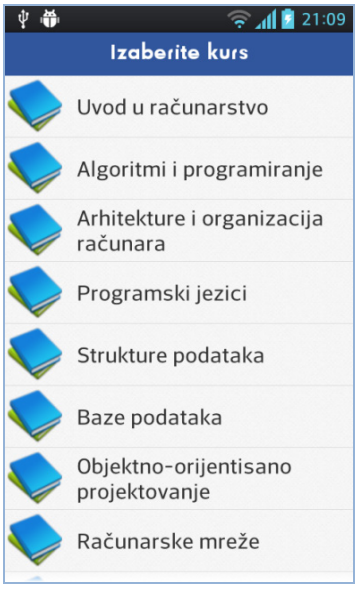


Fig. 3 List of all courses in which student is enrolled

After the user chooses the course the will be offered all the quizzes that exist within the course. If there are no created quizzes the appropriate message will be shown and the user can go back and choose some other course. For every quiz, user can see main information: quiz name, how many times user can attempt the quiz, how many times he already attempted the quiz, time when the quiz opens, time when the quiz closes. Also, user can see duration of the quiz and weather the quiz is locked or not. The example of quiz details is presented in Fig. 4.



Fig. 4 Example of Quiz details

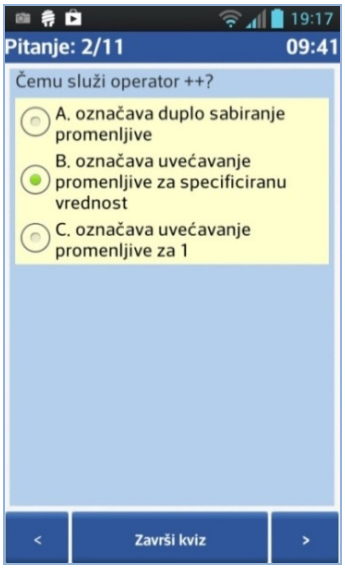


Fig. 5 Example of multi-choice question

The user can attempt a quiz only if the quiz is open and if he enters the correct password in case when the quiz is locked. After the quiz attempt is started, the application

loads all questions on which the user should give his answer. In every moment user can see on which question he is giving an answer, on how menu question he should give an answer and how much time he has left. He can finish the quiz attempt at any time. If he does not do that before the expiration of time, the quiz will be submitted automatically. In Fig. 5 the example of multi-choice question during the quiz attempt is given. In Fig. 6 the example of matching question during the quiz attempt is given.

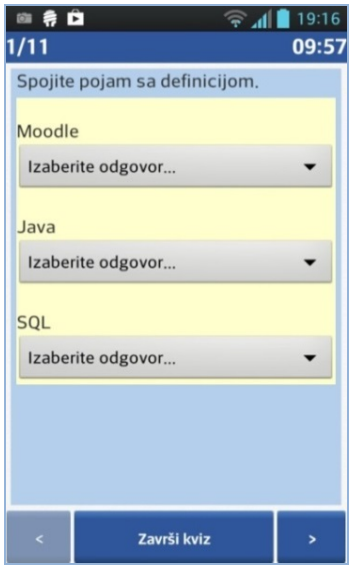


Fig. 6 Example of matching question

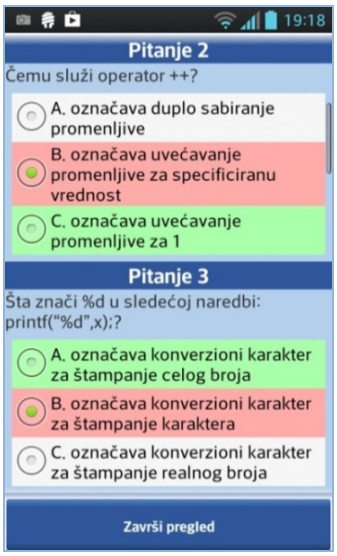


Fig. 7 Example of quiz results

After the quiz is submitted all the question's answers and total number of points that user has scored are updated on Moodle server and overall results are presented to the user in the application. In the result presentation user can see how many point he has scored on the quiz, what was the maximum number of points on the quiz and results of each question that was in the attempt. Example of the quiz results is presented in Fig. 7. As it is shown in Fig. 7, if the user has given the correct answer on the question it is marked with green color, otherwise it is mark with red color and the correct answer is marked green.

After reviewing his results, the user can go back and attempt some other quiz or try the same again if he has any available attempts left.

III. Conclusion

With the advancement of technology and rapid development of mobile devices and tablets it is becoming more important to keep up and create software that will make the best use of technological possibilities in order to improve learning and teaching systems.

MoodleQuiz is one of the first applications that provide opportunity for solving Moodle quiz on Android mobile devices. It covers only one module of Moodle system and works only on Android platform. The goal of this project is to see student's reaction on this application and such option. It will be tested with students that will attend course Database Systems in next semester. If the evaluation results are positive and students accept well MoodleQuiz, the application will be developed for other platforms too, and expanded with other question types that are supported by the Moodle system.The final goal of this project is that MoodleQuiz become standard tool for evaluating student's knowledge at Faculty of Electronic Engineering, at University of Niš.

Acknowledgement

The project presented in this paper was funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia as part of the project "Infrastructure for electronically supported learning in Serbia" number III47003.

References

[1] S. Naidu, "E-learning A Guidebook of Principles, Procedures and Practices", 2nd Revised Edition, CEMCA, 2006

[2] W. R. Watson, "An Argument for Clarity: What are Learning Management Systems, What are They Not, and What Should They Become?", Indiana University - Purdue University Indianapolis "TechTrends 51(2) 28-34", 2007

[3] J. Hart, "Top 100 Tools for Learning 2013", 7th Annual Learning Tools Survey, 30 September 2013, [online] http://c4lpt.co.uk/top100tools/

[4] "Moodle Question Module", Moodle, April 2013, [online] https://docs.moodle.org/25/en/Quiz_module

[5] "Moodle Question Types", Moodle, April 2013, [online] http://docs.moodle.org/24/en/Question_types

Primena pametnih mernih uređaja za kontrolu ispravnosti rada brojila električne energije

Milica Rašić, Bojan Kojičić, Nikola Simić

Sadržaj – Ovaj rad navodi osnovne greške merenja pojedinih mernih uređaja, korišćenih za registrovanje potrošnje električne energije kupaca iz kategorije „široka potrošnja“ i opisuje jedan od pametnih kontrolnih uređaja, pomoću kojeg se mogu detektovati pomenute greške merenja. Na praktičnom primeru praćenja potrošnje aktivne električne energije kod jednog kupca koji pripada ovoj kategoriji pokazane su mogućnosti kontrolnog mernog SPL uređaja.

I. UVOD

Za registrovanje utrošene električne energije u domaćinstvima i drugim objektima „široke potrošnje“ koriste se brojila aktivne električne energije. Brojila su prilagođena za jednofaznu i trofaznu instalaciju, sa mogućnošću tzv. jednotarifnog ili dvotarifnog očitavanja [1].

Poznato je da se u praksi javljaju brojne merne nepravilnosti, nezavisno od tipa brojila električne energije. U njih spadaju loše podešenje tarifa, odnosno uklopnog sata, nebaždarenost brojila koja dovodi do odstupanja njegove tačnosti od fabrički definisane klase tačnosti ili neusklađenosti napona i struja prilikom njihovog uvođenja u brojilo. Ovakve greške često su uzroci nedetektovanja znatnog dela utrošene energije i one mogu imati veliki uticaj na konačan obračun za utrošenu energiju.

Kako bi se ovakve greške registrovale i kako bi se kao konačan ishod imali ispravni računi za utrošenu električnu energiju, na mestima na kojima se sumnja da one postoje poželjno je instalirati neki od pametnih mernih uređaja koji mogu kontrolisati ispravnost rada brojila električne energije.

U svetu postoji mnoštvo različitih uređaja ovog tipa koji se obično sastoje od većeg broja modula sa različitim funkcijama. Oni su najčešće bazirani na industrijskim računarima sa instaliranim specijalizovanim softverima koji prikupljaju podatke sa mrežnih analizatora i na osnovu njih preko upravljačkih modula upravljaju potrošačima. Takvi sistemi zahtevaju veći broj komponenti, što smanjuje njihovu pouzdanost, a sa druge strane značajno povećava cenu.

Milica Rašić, stipendista Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja u okviru projekta III 44006, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, E-mail: milicarasa@gmail.com,

Bojan Kojičić, Nikola Simić, zaposleni u IRC „ALFATEC“ Niš, Bulevar Nikole Tesle 63/5, 18000 Niš, E-mail: bojan.kojicic@alfatec.rs, nikola.simic@alfatec.rs.

U poslednje vreme razvijeni su savremeni kontrolni merni uređaji koji objedinjuju funkcije merenja električnih veličina, smeštanje podataka na memorijski medijum i njihov prenos, kao i mogućnost implementacije i prilagođavanje algoritma za upravljanje potrošnjom u jednom uređaju. Ovakvim uređajima moguće je pridodati upravljački modul i sa bukvalno samo dve komponente izvršavati funkcije za koje je ranije bio neophodan sistem od brojnih upravljačkih modula. Takvi uređaji su npr. „Smart Power Logger“ (SPL) ili „Smart Power Module“ (SPM) [2,3].

Pored svoje osnovne funkcije, koja podrazumeva praćenje i upravljanje potrošnjom električne energije, pametni merni uređaji mogu meriti i trenutne vrednosti faznih i linijskih napona i struja mreže, reaktivne i prividne snage (što je od posebnog značaja kod industrijskih potrošača), računati efektivne vrednosti svih navedenih veličina, ali i računati frekvenciju i fazne stavove na osnovu izmerenih trenutnih vrednosti pomenutih veličina. Praćenje svih ovih parametara od velikog je značaja za kupce električne energije, jer njihovim poznavanjem oni mogu imati pouzdane informacije o kvalitetu električne energije koja im se isporučuje. Posebno je značajno sagledavanje naponskih prilika u mreži na mestu isporuke električne energije, imajući u vidu činjenicu da kvalitet napona značajno utiče na rad električnih aparata. Posedovanjem svih ovih informacija, kupac može steći celokupnu sliku o svojoj potrošnji električne energije, ali i njenom kvalitetu, što je osnovni uslov za uspešno upravljanje potrošnjom električne energije i dobra osnova za energetsku efikasnost, koja predstavlja temelj za razvoj “smart grid” sistema [4-6].

Još jedna od prednosti kontrolisanja ispravnosti brojila električne energije ogleda se u promenama koje se u poslednje vreme dešavaju na tržištu električne energije. S obzirom da se teži uspostavljanju deregulisanog tržišta, elektrodistributivna preduzeća će preuzeti ulogu operatera distributivnog sistema i usled brojnih gubitaka električne energije u prenosnom i distributivnim sistemima doći će do značajnih povećanja troškova, koji će spasti na teret elektrodistributivnih preduzeća. U toku procesa uspostavljanja ovakvog tržišta doći će do neizbežnih konflikata između kupaca i elektrodistrubutivnih preduzeća električne energije, a da bi se takvi konflikti uspešno rešavali, neophodno je imati potpuno tačnu sliku o potrošnji i kvalitetu električne energije na priključnim mestima kupaca električne energije.

Kao praktičan primer praćenja potrošnje električne energije čiji su rezultati analize predstavljeni u poglavlju III

ovog rada korišćen je pametni uređaj „Smart Power Logger“ (SPL). Osnovne karakteristike i način funkcionisanja ovog uređaja predstavljeni su u sledećem poglavlju.

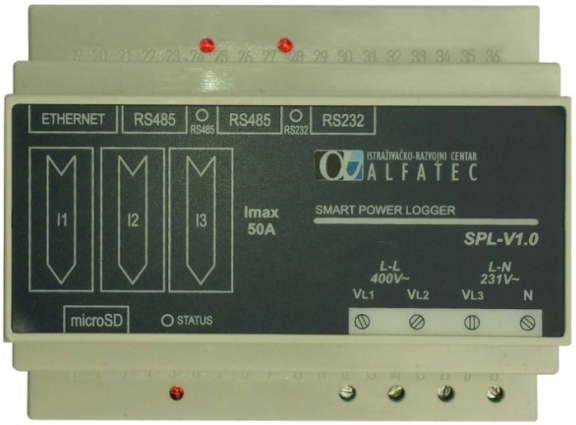
II. SMART POWER LOGGER (SPL)

Pametni Power Logger (“Smart Power Logger” (SPL)) je uređaj koji služi za merenje električnih veličina i praćenje parametara potrošnje električne energije u domaćinstvima ili kod manjih industrijskih pogona i ostalih korisnika kod kojih je potrošnja električne energije relativno mala. Ukratko se može definisati kao minijaturna merno-informaciona jedinica namenjena za ugradnju u kućne instalacije za praćenje parametara potrošnje električne energije.

Implementacija ovakvih uređaja može da omogući korisnicima, ali i distributivnim kompanijama uštede, a povraćaj investicija u napredne sisteme merenja i monitoringa potrošnje može se očekivati u vrlo kratkom vremenskom periodu. U skladu sa karakteristikama koje ovaj uređaj poseduje, on može predstavljati značajnu podršku u okviru instalacija inteligentnih zgrada.

Merni i informacioni deo su integrisani u jednom mikrokontrolerskom rešenju koje je zasnovano na mikrokontroleru Microchip DSPIC33FJ128GP708. Podaci koji se prikupljaju u mernom delu se memorišu na micro SD karticu, a njihovo preuzimanje se može vršiti zamenom kartice ili preko ETHERNET porta.

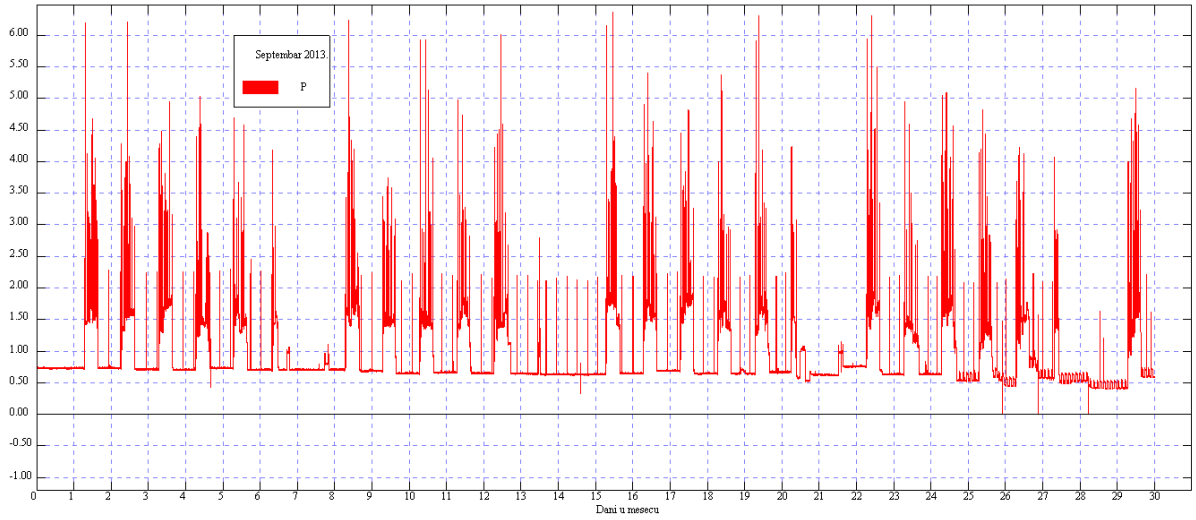
SPL je opremljen i optoizolovanim RS 232 i RS 485 komunikacionim kanalima preko kojih se može povezivati sa drugim inteligentnim elektronskim uređajima u cilju prikupljanja dodatnih informacija iz okruženja, odnosno sa GSM/GPRS modemima u cilju povezivanja sa udaljenim centrima u situacijama kada to nije izvodljivo preko ETHERNET porta, ili kada se želi rezervni komunikacioni kanal. Izgled SPL kontrolnog uređaja prikazan je na slici 1.



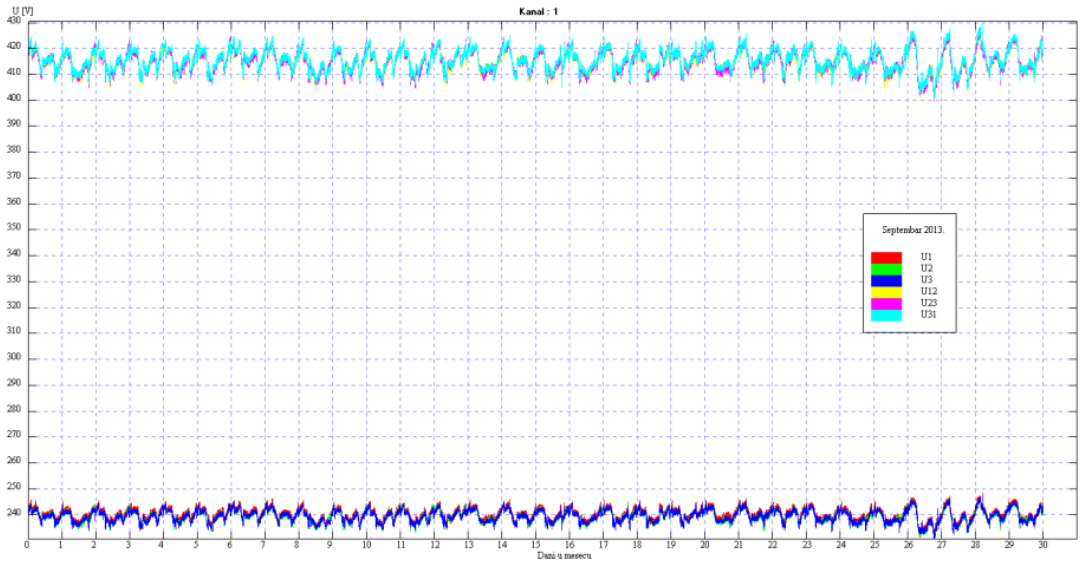
Sl.1. Izgled Smart Power Logger (SPL) uređaja

III. PPRAKTIČAN PRIMER PRIMENE SPL UREĐAJA ZA KONTROLU POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

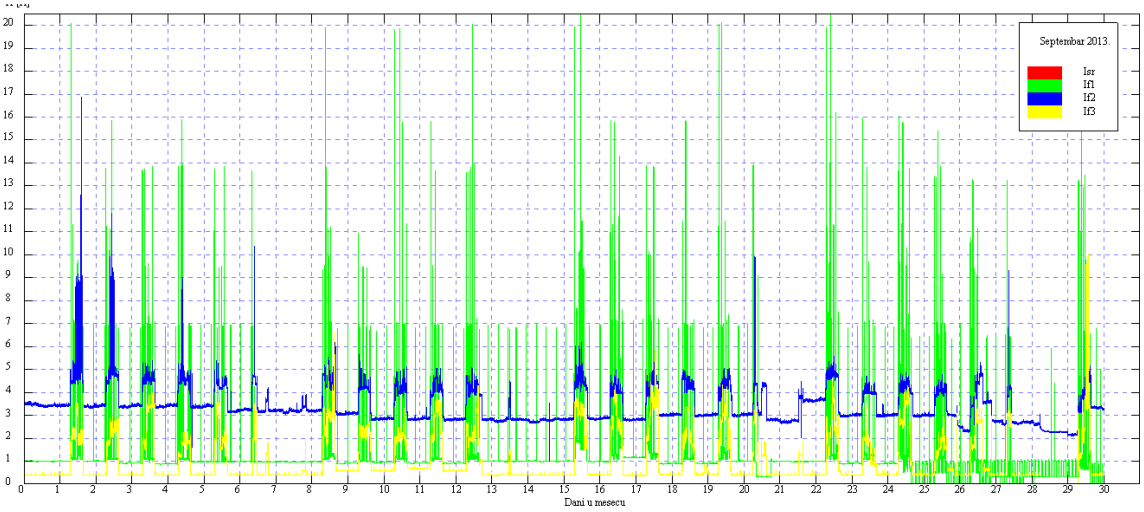
Kao primer iz prakse kod koga su praćenje potrošnje električne energije i kontrola ispravnosti brojila aktivne električne energije sprovedeni primenom SPL uređaja izabrane su prostorije stana koji istraživačko-razvojni centar, u kome su zaposlena dvojica autora ovog rada, koristi za obavljanje svojih delatnosti. Pomenuto kontrolno praćenje potrošnje električne energije vršeno je za period 01. jul – 30. novembar 2013. godine. Rezultati merenja brojila električne energije, čija je ispravnost rada kontrolisana u ovom primeru, prikupljeni su na osnovu računa za utrošenu električnu energiju, isporučenih od strane „EPS Snabdevanja“. Dobijeni rezultati merenja ovog kontrolnog uređaja obrađeni su primenom softverskog paketa IPC-AS.



Sl.2. Dijagram promene aktivne snage u septembru 2013.



Sl.3. Dijagrami promena faznih i linijskih napona u septembru 2013.



Sl.4. Dijagrami promena struja opterećenja u septembru 2013.

Na slici 2 prikazan je dijagram potrošnje ukupne aktivne električne energije u septembru 2013. Dijagrami potrošnje električne energije za ostale mesece u periodu jul-novembar su gotovo identični prikazanom dijagramu. Na slici 3 nalazi se dijagram promena faznih i linijskih napona za isti mesec, a dijagrami promena struja opterećenja po fazama prikazani su na slici 4. Septembar je odabran jer je u njemu registrovano najviše nestanaka napona u posmatranom periodu, što je prikazano na slici 5. Ovi dijagrami i podaci o nestanku napona rezultati su obrade podataka dobijenih praćenjem potrošnje električne energije SPL uređajem i generisani primenom IPC-AS softvera.

Nestanci napona i opsezi promene | Kretanje napona van propisanih granica | Harmonijski sadrzaj i asimetrija | Naponi i struje

U1 (Napon prve faze)

Indeks	Dogadjaj	Trenutak	Trajanje	Min napona	Prosek nap...	Max napona	Dogadjaj	Trenutak	Trajanje
1	Dolazak na...	1 dan:00:00:00	25 dan:22:05...	233.70	240.30	246.50	Nestanak ...	26 dan:22:05...	0 dan:00:07:05
2	Dolazak na...	26 dan:22:12...	0 dan:22:45:57	231.00	238.61	246.80	Nestanak ...	27 dan:20:58...	0 dan:00:02:29
3	Dolazak na...	27 dan:21:00...	1 dan:08:06:29	232.30	240.31	247.40	Nestanak ...	29 dan:05:07...	0 dan:00:09:57
4	Dolazak na...	29 dan:05:16...	1 dan:18:42:53	235.40	240.77	246.20	Nestanak ...	30 dan:23:59...	0 dan:00:00:00

Sl.5. Registrovani nestanci napona u septembru

Rezultati poređenja merenja kontrolnog SPL uređaja i brojila električne energije predstavljeni su u tabeli I. Predstavljena je posebno potrošnja električne energije pri većoj, odnosno manjoj tarifi.

TABELA I

Period	Utrošena aktivna energija u nižoj tarifi [kWh]	Utrošena aktivna energija u višoj tarifi [kWh]	Ukupna utrošena aktivna energija [kWh]
Rezultati merenja brojila električne energije			
Jul	173	686	859
Avgust	167	681	848
Septembar	159	550	709
Oktobar	168	608	776
Novembar	169	576	745
Ukupno	**836**	**3101**	**3937**
Rezultati merenja kontrolnog SPL uređaja			
Jul	182.33	666.86	849.2
Avgust	169.05	711.97	881.03
Septembar	158.81	521.78	680.59
Oktobar	169.36	602.95	772.31
Novembar	170.89	602.63	773.53
Razlika u pokazivanju brojila u odnosu na kontrolni uređaj (%)			
	-1.7	-0.17	-0.496

Na osnovu podataka iz tabele I može se primetiti da za ovaj slučaj brojilo električne energije registruje nešto manju vrednost u odnosu na kontrolni SPL uređaj (znak „-“ u rezultatima koji pokazuju razliku u pokazivanju brojila u odnosu na kontrolni uređaj). Razlika u registrovanju ukupne aktivne energije u posmatranom periodu iznosi 0.496%, što se nalazi u granicama dozvoljene merne nesigurnosti za ovu klasu uređaja. Što se tiče kvaliteta napona, u posmatranom periodu nije bilo značajnijih odstupanja od nazivnih vrednosti (±10%), a dolazilo je prosečno do dva nestanka napona u toku jednog meseca. Najviše ih je bilo za razmatrani mesec septembar. Ovo ukazuje da je na posmatranom priključnom mestu potrošača kvalitet naponskih prilika na zadovoljavajućem nivou.

IV. Zaključak

Ispravnost rada brojila električne energije može se proveriti pametnim kontrolnim mernim uređajima. Pored aktivne energije čija potrošnja može biti praćena, moguće je posmatrati još mnogo parametara i električnih veličina koji pokazuju karakter potrošnje električne energije na određenom mernom mestu, ali i prilike u mreži u blizini priključnog mesta posmatranog potrošača. Iz ovoga se može videti da su mogućnosti primene pametnih kontrolnih mernih uređaja daleko veće od ovde prikazanih i pored potrošnje električne energije u objektima „široke potrošnje“, mogu se razmatrati i industrijski potrošači. Takođe, uspešnim upravljanjem potrošnjom električne energije, elektrodistributivna preduzeća čine prvi korak ka uspostavljanu i razvoju “smart grid” sistema, tako da primena pametnih mernih uređaja može biti predmet daljeg istraživanja.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta “*Razvoj novih informaciono - komunikacionih tehnologija korišćenjem naprednih matematičkih metoda, sa primenama u medicini, telekomunikacijama, energetici, zaštiti nacionalne baštine i obrazovanju*” (III 44006) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

[1] P. Rančić: „Električne instalaciije u zgradama“, *Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet,* Niš, 2001.

[2] Z. Stajić, A. Gošić, P. Pejić, S. Ivković: „Inteligentni merno-kontrolni moduli za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije“, tehničko rešenje u okviru projekta *„Razvoj inteligentnih kontrolnih modula (SCM) za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije u domaćinstvima i malim preduzećima“,* IRC „ALFATEC“, Niš, 2012.

[3] Z. Stajić, M. Radić, I. Antov, N. Radovanović, M. Tasić: „Merno-informacioni sistemi za kontrolu potrošnje električne energije u elektrodistributivnim mežama“, tehničko rešenje u okviru projekta *„Razvoj merno-informacionih sistema za praćenje i analizu rada distributivnih transformatorskih stanica“,* Elektronski fakultet, Niš, 2010.

[4] Z. P. Stajić, A. Janjić, and Z. Simendić, „Power quality and electrical energy losses as a key drivers for smart grid platform development“, *Proceedings of the 15th WSEAS international conference on Systems,*Wisconsin, USA, 2011, pp. 417-422.

[5] A. Janjić, Z. P. Stajić, I. Radović, „Power Quality Requirements for the Smart Grid“, *International Journal of Circuits, systems and signal processing,* Issue 6, Vol. 5, 2011, pp. 643-651.

[6] A. Janjić Z. P. Stajić, M. Jelić, „Stanje razvoja inteligentnih elektrodistributivnih mreža u Evropi“, *Zbornik radova sa međunarodne konferencije „Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću“ 14. DQM međunarodna konferencija,* Beograd, 2011, pp.753-761.

Wordarium – aplikacija za interaktivno učenje stranih reči

Petra Antić, Petra Živanović, Milica Janković

Sadržaj - U ovom radu predstavljena je desktop aplikacija za interaktivno učenje stranih reči pod nazivom *Wordarium*. U prvom delu rada opisana je namena aplikacije i prikazane su njene glavne funkcionalnosti, dok je u nastavku objašnjena njena arhitektura i korišćeni alati.

I. Uvod

Prevođenje nepoznatih reči iz stranog teksta, uz stalno otvaranje i zatvaranje Internet prevodioca ili rečnika instaliranog na računaru, često može biti zamorno. Takođe, postavlja se pitanje kako memorisati te nepoznate reči iz teksta. Zapisivanje reči i njihovih prevoda na papir ili u dokument na računaru za većinu ljudi predstavlja mukotrpan posao, a obnavljanje reči se u tom slučaju svodi na višestruko ponavljanje parova reč-prevod. Sve ovo dovodi do toga da većina ljudi vrlo brzo odustaje od učenja stranih reči na ovaj način.

Sa ciljem da olakša učenje stranih reči i učini ga efikasnijim i zanimljivijim, razvijena je aplikacija koja omogućava korisniku da brzo i lako prevede željenu reč, sačuva je i kasnije obnavlja kroz interaktivne testove koji ga podstiču na učenje.

Do sada je razvijeno dosta aplikacija koje omogućavaju prevod reči sa jednog jezika na drugi, ili učenje jezika kroz različita vežbanja. Ono što izdvaja ovu aplikaciju od drugih jeste to što objedinjuje ove dve mogućnosti i na taj način pruža korisniku potpuno personalizovano učenje stranih reči.

II. Opis aplikacije

Wordarium predstavlja desktop aplikaciju čija je namena jednostavnije i brže prevođenje nepoznatih reči pri čitanju teksta na stranom jeziku, kao i usvajanje tih reči na zanimljiv način, kroz različite testove.

Program sadrži dvojezični rečnik koji omogućava programu da prevede nepoznatu reč iz teksta. Takođe, program obezbeđuje korisniku mogućnost da, ukoliko želi, sačuva tu reč i njen prevod u sopstvenoj bazi reči, ali i da doda u tu bazu reči koje se ne nalaze u postojećem rečniku.

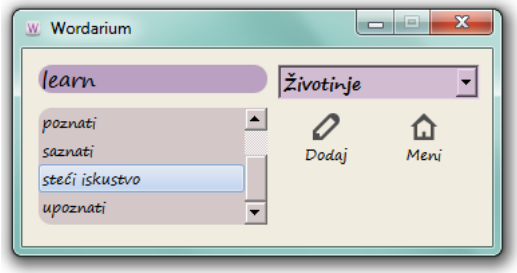
Program sadrži niz kreativnih testova koji korisniku znatno olakšavaju memorisanje i obnavljanje sačuvanih reči. Kao dodatak, ukoliko više korisnika koristi program na istom računaru, svaki korisnik poseduje nalog i može da prati svoj napredak kroz statistiku o pogođenim i promašenim prevodima reči koje uči.

U nastavku teksta biće opisane četiri glavne funkcionalnosti aplikacije: *prevod nepoznatih reči, upravljanje listama i rečima, testovi za obnavljanje* i *prikaz statistike i naučenih reči.*

A. Prevod nepoznatih reči

Ova opcija omogućava korisniku da iskopira željenu reč iz nekog teksta i dobije sve postojeće prevode te reči iz rečnika. Od dobijenih prevoda može izabrati onaj koji mu najviše odgovara i ubaciti ga u željenu listu reči.

Opcija se pokreće iz glavnog menija klikom na ikonicu *Prevod*. Otvara se forma koja sadrži polje za unos tražene reči, polje za prikaz liste prevoda i padajući meni sa postojećim listama reči (slika 1). Izborom željenog prevoda iz liste i klikom na ikonicu *Dodaj* reč se dodaje u izabranu listu. Ova forma je uvek prisutna preko svih drugih prozora.



Slika 1. Forma za prevod nepoznate reči i dodavanje u listu

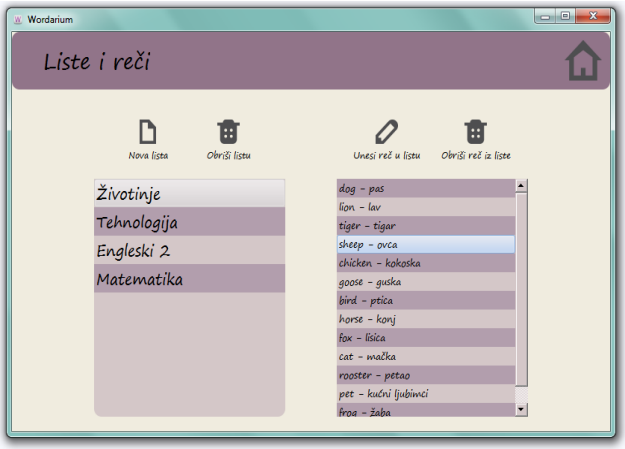
B. Upravljanje listama i rečima

Ova opcija pruža korisniku uvid u sve kreirane liste, reči koje se nalaze u tim listama, kao mogućnost dodavanja i brisanja postojećih lista i reči (slika 2).

Klikom na ikonicu *Nova lista* otvara se forma zaunos podataka o novoj listi. Brisanje liste je onemogućeno pri otvaranju stranice i aktivira se nakon odabira liste iz spiska listi. Klikom na ikonicu *Obriši listu* odabrana lista se briše. Dodavanje nove reči je onemogućeno pri otvaranju stranice i aktivira se nakon odabira liste iz spiska listi. Klikom na ikonicu *Nova reč* otvara se forma za unos reči. Brisanje

Petra Antić, Petra Živanović i Milica Janković su studenti na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: petra.antic92@gmail.com, 5ra.zivanovic@gmail.com, milica.jankovic787@gmail.com

reči je onemogućeno pri otvaranju stranice i aktivira se nakon odabira liste i reči iz spiska. Klikom na ikonicu *Obriši reč* odabrana reč se briše.



Slika 2. Forma za upravljanje listama i rečima

C. Testovi za obnavljanje

Pre izrade testova program omogućava korisniku da izabere jednu ili više listi iz kojih želi da obnavlja reči (slika 3). Program nudi četiri različita testa: *Skrivena reč*, *Pogodi prevod*, *Spojnice*, *Bešenje*.

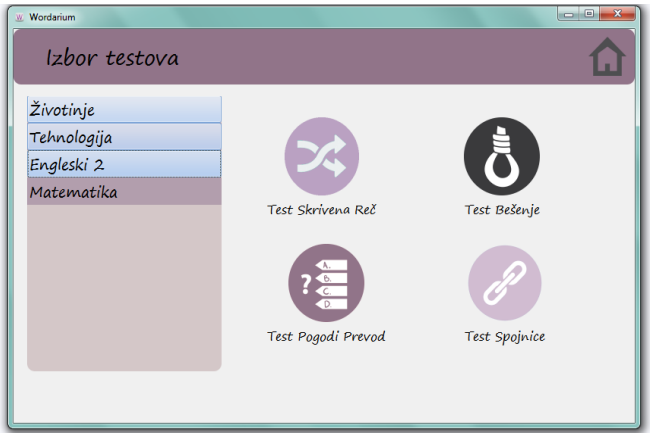
Test *Skrivena reč* – na stranici se prikazuje strana reč čija su slova izmešana. Zadatak korisnika je da u jedno od ponuđenih polja upiše koja je reč u pitanju, a u drugo prevod te reči na srpski jezik. Kada je korisnik siguran u svoj odgovor, klikom na strelicu prelazi na sledeće pitanje. Postoji sedam pitanja u okviru testa.

Test *Pogodi prevod* – na stranici se prikazuje strana reč i četiri ponuđena prevoda. Zadatak korisnika je da odabere tačan prevod zadate reči. Kada je siguran u svoj odgovor, klikom na strelicu nastavlja dalje i prikazuje mu se sledeća reč i ponuđeni prevodi. Postoji sedam pitanja u okviru testa.

Test *Spojnice* – na stranici se prikazuje sedam stranih reči sa leve strane i sedam prevoda tih reči sa desne strane. Strane reči su numerisane. Zadatak korisnika je da poveže reči i njihove prevode upisivanjem odgovarajućeg rednog broja reči u kućicu ispred prevoda.

Test *Bešenje* – cilj ovog testa je otkriti zadatu reč pogađanjem slova te reči. Na stranici je prikazano koliko slova ima zadata reč. Broj pokušaja po reči je ograničen – ukoliko je ovaj broj prekoračen, čovečuljak će biti "obešen" i reč će se smatrati nepogođenom. Ukoliko korisnik pogodi reč, otvara se polje u koje treba upisati prevod pogođene reči. Klikom na strelicu nastavlja se dalje i prikazuje se sledeća reč. Postoji sedam pitanja u okviru testa.

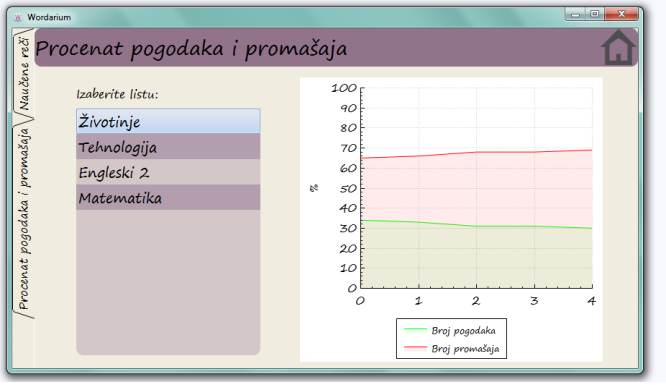
Nakon svakog urađenog testa prikazuje se stranica sa rezultatima testa. Na njoj su prikazani broj tačnih i netačnih odgovora, lista na kojoj su prikazane reči i prevodi pogrešeni u toku izrade testa, kao i reči koje su naučene tokom izrade tog testa.



Slika 3. Forma za izbor testa

D. Prikaz statistike i naučenih reči

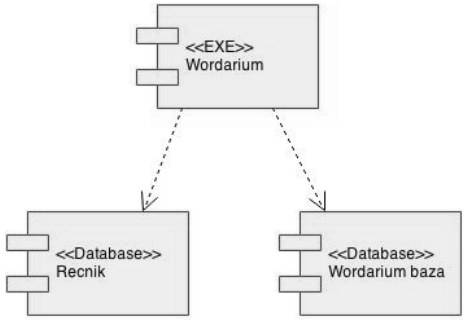
Ova opcija pruža korisniku uvid u postignute rezultate (slika 4) i aktivira se odabirom ikonice *Statistika* sa glavnog menija. Odabirom kartice *Procenat pogodaka i promašaja* otvara se prozor koji sadrži listu reči i grafik. Odabirom određene liste na grafiku se prikazuju procenti pogodaka i promašaja za poslednjih pet obnavljanja reči iz date liste. Ukoliko je korisnik obnavljao reči iz date liste manje od pet puta, statistika nije dostupna. Odabirom kartice *Naučene reči* prikazuje se spisak listi. Klikom na neku od listi sa desne strane prikazuju se naučene reči iz te liste.



Slika 4. Forma za prikaz statistike o broju pogodaka i promašaja

III. IMPLEMENTACIJA

Komponente Wordarium sistema date su na dijagramu komponenti (slika 5).



Slika 5. Dijagram komponenti Wordarium sistema

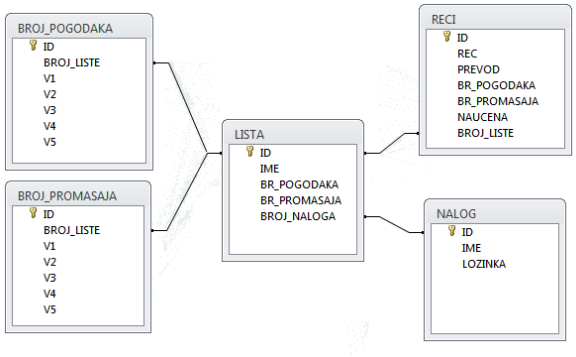
Komponenta *Wordarium* predstavlja izvršnu verziju programa implementiranu u programskom jeziku C++, u Qt razvojnom okruženju[1], i biće detaljno objašnjena u nastavku kroz *cpp* i *ui* fajlove pomoću kojih je realizovana, podeljene u dve kategorije – i komponente za pristup bazi podataka i komponente korisničkog interfejsa i aplikacione logike

Komponenta *Wordarium baza* predstavlja bazu kreiranu za potrebe ovog projekta korišćenjem programa MS Access. U njoj se skladište korisnikove liste i reči, kao i dodatne informacije o broju pogodaka i promašaja.

Komponenta *Rečnik* predstavlja bazu preuzetu sa Interneta[2], koja sadrži englesko-srpski rečnik sa preko 250.000 reči.

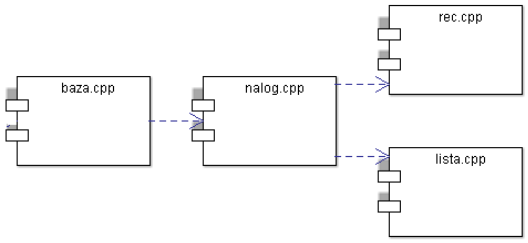
A. *Baza podataka*

Detaljna šema baze podataka prikazana je na dijagramu (slika 6). Baza podataka i dijagram su kreirani korišćenjem *MS Access*-a.



Slika 6. Šema Wordarium baze podataka

B. *Komponente za pristup bazi podataka*



Slika 7. Dijagram komponenti za pristup bazi podataka

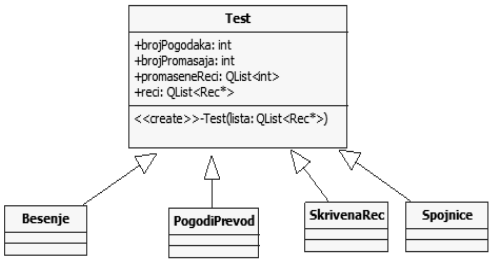
Klase Nalog, Lista i Rec predstavljaju model domena i u potpunosti preslikavaju tabele iz baze podataka.

Klasa Baza sadrži funkcije za direktnu interakciju sa bazom podataka i koriste se za učitavanje, kao i dodavanje, ažuriranje ili brisanje podataka iz baze.

C. *Komponente korisničkog interfejsa i aplikacione logike*

- formaprijavljivanje.cpp/formaprijavljivanje.ui – forma koja služi za prijavljivanje na sistem i brisanje naloga, ukoliko korisnik već ima kreiran svoj nalog, ili kreiranje naloga, ukoliko korisnik do sada nije koristio program Wordarium.
- formaglavnimeni.cpp/formaglavnimeni.ui – sa ove forme pristupa se ostalim stranicama programa, koje realizuju osnovne funkcionalnosti – prevođenje reči, prikazivanje sačuvanih lista reči i njihovo ažuriranje obnavljanje reči kroz testove, prikaz dosadašnjeg napretka u učenju.
- formaprevođenje.cpp/formaprevođenje.ui – ova forma interaguje i sa bazom *Recnik* i bazom *Wordarium*, i preko nje se vrši prevođenje nepoznatih reči, prikaz svih dostupnih prevoda, kao i unos date reči u bazu za učenje korišćenjem funkcija klase Baza.
- formalistereci.cpp/ formalistereci.ui – forma na kojoj se prikazuju sve liste reči koje je korisnik prethodno kreirao i po potrebi reči iz tih listi, i omogućava dodavanje i brisanje lista reči, kao i pojedinačnih reči iz liste korišćenjem funkcija klase Baza.
- formaizbortesta.cpp/ formaizbortesta.ui pružaju mogućnost odabira listi sa kojih korisnik želi da obnavlja reči i izbora jedne od pet vrsti testova, i u ovoj formi se korišćenjem klase Baza učitavaju reči iz željenih listi, koje se dalje prosleđuju izabranom testu.

Logika za odabir reči za pitanje, praćenje broja pitanja, praćenje broja pogodaka i promašaja, kao i promašenih i naučenih reči u okviru jednog testa implementirana je delom u nadklasi Test, dok se specifičnosti za svaki test implementiraju u okviru izvedenih klasa PogodiPrevod, Spojnice, SkrivenaRec i Besenje (slika 8).



Slika 8. Klase koje realizuju testove

- Klasa PogodiPrevod realizuje sledeće funkcionalnosti: od prosleđenih reči slučajno bira jednu reč za koju korisnik treba da pogodi prevod, formira listu od tačnog prevoda i tri slučajno izabrana prevoda koji će biti ponuđeni korisniku kao mogući odgovori, proverava da li je odabran tačan prevod.
- Klasa SkrivenaRec realizuje sledeće funkcionalnosti: od prosleđene liste reči slučajno bira jednu reč na stranom jeziku, menja redosled slova u toj reči i vraća novokreiranu reč, omogućava proveru da li je korisnik pogodio koja je reč u pitanju i koji je njen prevod.
- Klasa Besenje realizuje sledeće funkcionalnosti: od prosleđene liste reči slučajno bira jednu reč na stranom jeziku, omogućava proveru da li neko slovo pripada prevodu date reči i na kojim pozicijama, proverava da li je korisnik pogodio celu reč i njen prevod ili je istrošio sve pokušaje i "obešen" je.
- Klasa Spojnice realizuje sledeće funkcionalnosti: od prosleđene liste reči slučajno bira sedam reči na stranom jeziku i njihove prevode na srpski jezik, omogućava proveru da li je korisnik spojio reč sa odgovarajućim prevodom.

Instance navedenih klasa nalaze se u formama formapogodiprevod.cpp/formapogodiprevod.ui, formaskrivenarec.cpp/formaskrivenarec.ui, formabesenje.cpp/ formabesenje.ui, formaspojnice.cpp/ formaspojnice.ui respektivno, koje realizuju interfejse odgovarajućih testova. Na ovaj način, logika testova odvojena je od njihovog prikaza.

- formarezultattesta.cpp/formarezultattesta.ui – ovoj formi prosleđuje se objekat klase Test na osnovu kog se vrši prikaz broj tačnih i netačnih odgovora, kao i nepogođenih i naučenih reči.
- formastatistika.cpp/ formastatistika.ui – ova forma realizuje interfejs koji na jednoj kartici prikazuje
- grafik o dosadašnjem broju pogodaka i promašaja za izabranu listu, a na drugoj spisak naučenih reči iz izabrane liste.

Iscrtavanje grafika realizovano je pomoću komponente QCustomPlot[3]. Vrednosti na grafiku dobijaju se na osnovu broja pogodaka i promašaja sačuvanih u bazi za svaku listu, za poslednjih pet obnavljanja. Jedna linija predstavlja procenat pogodaka u odnosu na ukupan broj pogađanja za datu listu, a druga procenat promašaja u odnosu na ukupan broj pogađanja za datu listu.

Reč se smatra naučenom ukoliko vrednosti sačuvane u bazi za datu reč ispunjavaju sledeće jednakosti:

$$broj_pogodaka > 7, \text{ i}$$

$$\frac{broj_pogodaka - broj_promasaja}{broj_pogodaka + broj_promasaja} > 0.85$$

IV. Zaključak

U radu je prikazan način rada i implementacija desktop aplikacije Wordarium. Ova aplikacija je edukativnog karaktera. Nudi mogućnost prevođenja stranih reči i kreativno učenje stranih reči kroz nekoliko zanimljivih testova. Aplikacija je razvijena tako da je mogu koristiti osobe gotovo svih uzrasta, kao i osobe koje nemaju mnogo iskustva u korišćenju računara. Trenutno poseduje mogućnost prevođenja reči samo sa engleskog jezika, ali je ostavljena mogućnost nadogradnje u smislu dodavanja drugih stranih jezika. Takođe, omogućeno je i jednostavno dodavanje novih testova za obnavljanje.

Zahvalnica

Aplikacija je razvijena u okviru predmeta Softversko inženjerstvo na katedri za Računarstvo i informatiku. Autori se zahvaljuju prof. dr Dejanu Rančiću, doc. dr Aleksandru Milosavljeviću i mr Vladanu Mihajloviću na pomoći prilikom realizacije aplikacije.

Literatura

[1] http://qt-project.org/
[2] http://www.antivari.com/
[3] http://www.qcustomplot.com/

WEB kontrola osvetljenja u pametnoj kući

Jovan Krstić, Danijela Stajić

Sadržaj – U energetski efikasnim stambenim objektima - "(smart home)", različiti funkcionalni sistemi mogu biti povezani u jednu komunikacionu celinu što omogućava centralno nadgledanje celog objekta. Ovakva automatizacija dozvoljava parcijalno upravljanje različitim podsistemima kao što su: osvetljenje, grejanje, klimatizacija, potrošnja električne energije, nadzor. U ovom radu je prikazano upravljanje kućnim osvetljenjem sa aspekta racionalizacije potrošnje elekrtične energije i povećanja komfora u objektu. Primena ovakvog upravljanja omogućava da on/off kontrolišemo 8 svetiljki preko web interfejsa, putem web pretraživača ili pomoću mobilnog telefona. Faze razvoja uređaja uključujući i hardversko i softversko rešenje opisane su u radu, sa osvrtom na mogućnost daljeg usavršavanja.

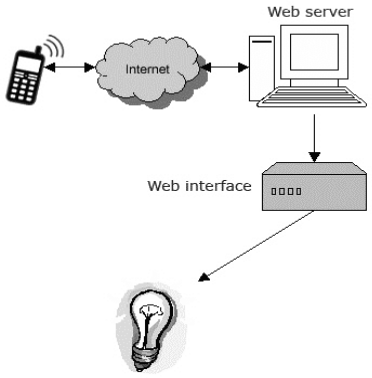
I. UVOD

Izgradnja pametnih-energetski efikasnih objekata je u razvijenim područjima sveta standardom regulisana oblast sa stanovišta štednje energije koje se postavlja kao primarni cilj. Kako se na račun štednje energije ne bi ugrozila komfornost objekta, preporučuje se korišćenje mnoštva rešenja u oblasti kućne automatizacije [2]. Projektovanje ovakvih objekata obuhvata i predlog primene što optimalnijeg upravljanja, kako bi se pronašao odgovarajući kompromis između cene izgradnje i isplativosti rešenja. Automatizacija je zahvaljujući sve jeftinjoj elektronici i primeni računara u skoro svim oblastima života „inteligentne" stambene objekte svrstala u životni prostor koji je svakako dostižan i poželjan.

Tema ovog rada je konstruisanje, sklapanje i stavljanje u funkciju jednog segmenta sistema kućne automatizacije za upravljanje osvetljenjem. Sistem se sastoji iz nekoliko fizičkih celina koje su na odgovarajući način funkcionalno povezane. Razvoj pomenutog uređaja obuhvata i izradu potrebnog softvera za podešavanje funkcionalnosti pojedinih delova, kao i postavljanje potrebne web stranice radi upravljanja osvetljenjem na daljinu kao i praćenja stanja u objektu kada unutar njega nismo fizički prisutni. Analize su pokazale da je sistem efikasan u predviđenom opsegu kao i da nije finansijski zahtevniji od nekih rešenja koja se trenutno nalaze na tržištu [4]. Blok šema sistema predstavljena je na Sl.1.

Jovan Krstić je učenik III razreda smera Tehničar Mehatronike, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: jovan-97@hotmail.com

Danijela Stajić je nastavnik stručnih predmeta iz oblasti elektrotehnike, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: danijelastajic@yahoo.com



Sl.1 Blok šema sistema kućne automatizacije

Za primenu ovog uređaja u "smart" objektima, osim pravilne konstrukcije, za instalaciju i dalje funkcionisanje potrebno je obezbediti sledeće preduslove:

1. Stalnu konekciju na internet,
2. Uvek uključen PC računar,
3. Memoriski prostor na web serveru,

II. OSNOVNE FUNKCIJE UREĐAJA

Zamišljena funkcija pomenutog uređaja u pametnoj kući jeste kontrola osvetljenja u prostorijama. Osnovna ideja je da se eliminiše obaveza da se svaka svetiljka uključuje pomoću jednog prekidača kao i da se omogući podešavanje intenziteta osvetljenja u zavisnoti od potrebe ukućana. Konstrukcijom su realizovane i ostvarene i sledece funkcije:

1. Uključenje ili isključenje svih svetiljki u kući bez potrebe da se prelazi iz jedne prostorije u drugu,
2. Mogućnost uključenja ili isključenja bilo koje svetiljke u prostorijama gde nismo fizički prisutni,
3. Tajmersko podešavanja bilo kog svetla,
4. Mogućnost tasterskog uključivanja određenog svetla,
5. Upravljanje takozvanog "lažnog svetla" (smišljeno uključenje i isključenje svetla u pojedinim prostorijama kako bi se stvorio utisak da objekat nije prazan).

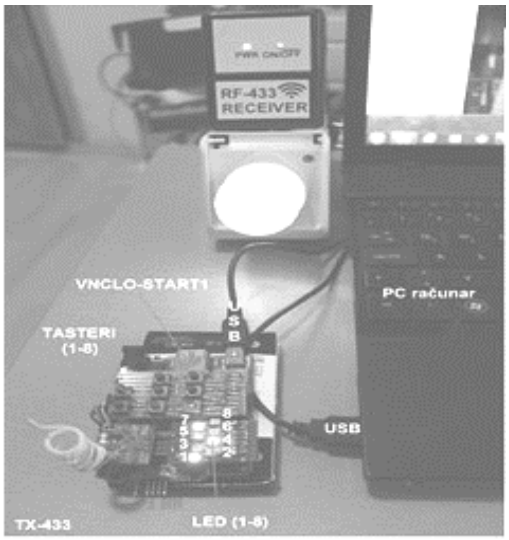
III. HARDVERSKA ARHITEKTURA

Sistem je sastavljen od tri funkcionalne celine i to:

A. PC računara,
B. WEB interfejsa (razvojni sistem VNCLO-START1 i RF433 predajnik),

C. Simulatora osvetljenja (LED diode i tasteri).

Fizički izgled Sistema u fazi konstrukcije prikazan je na Sl.2.



Sl. 2. Fizički izgled sistema

A. Uloga PC računara

Uloga PC računara je da održava konekciju na mrežu i da poseduje instaliran i podešen web server. U našem slučaju korišćeno je XAMPP razvojno okruženje za PHP koje je na internetu dostupno za slobodnu upotrbu. Podaci preuzeti sa internet servera, pomoću USB veze predaju se web interfejsu koji ih analizira i izvršava.

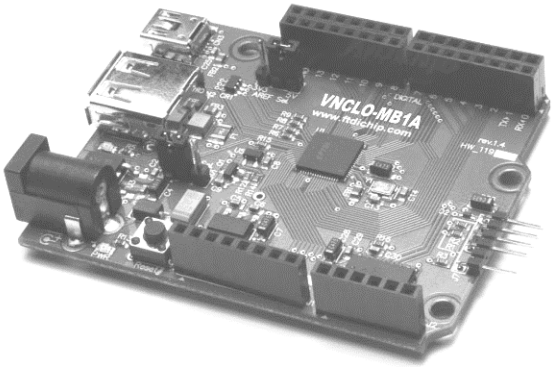
B. WEB interfejs

Web interfejs je VNCLO-START1 razvojna platforma za mikrokontroler VNC2-64Q (USB Host/Device kontroler). Razvojni sistem podržava dva USB Host/Device interfejsa kao i FIFO, SPI slave i master interfejs, PWM (Pulse Width Modulation) i programabilni UART interfejs. Na ploči je i 10-to bitni, 8 kanalni ADC i 38 GPIO port. Ova platforma ima slobodan softverski paket FTDI uključujući C kompajler, operativni sistem RTOS i USB Host/Device drajvere za HID, CDC, Hub, štampač i FAT sistem datotea [3].

Karakteristike VNC2 mikrokontrolera su sledeće:

- 16-bitna arhitektura,
- Dva full-speed i low-speed USB2.0,
- 256kbytes E-Flesh memorije (128k x 16-bits),
- 16kbytes data RAM (4k x 32-bits),
- Programabilni UART brzine do 6Mbauda,
- Dva SPI interfejsa,
- Radni takt 48MHz,
- Napon napajanja 3.3V.

Izgled razvojnog sistema VNCLO-START1 prikazan je na Sl. 3.



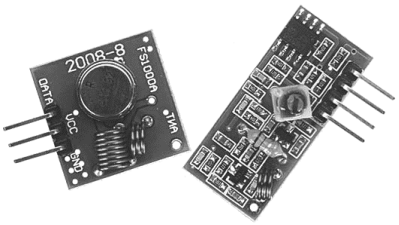
Sl. 3. Razvojni sistem VNCLO-START1

Veza između mikrokontrolera i određene svetiljke se uspostavlja radio komunikacijom za koju se koriste specijalni moduli TX433 i RX433. Predajnik i prijemnik su podešeni da ispravno rade na 433.92MHz. Moduli koriste amplitudnu modulaciju ASK (diskretna modulacija amplitude).

Komunikaciona veza između predajnog i prijemnog modula se odvija po RS232 protokolu. Radi pouzdanog prenosa uveden je prikaz koji se sastoji od četiri bajta:

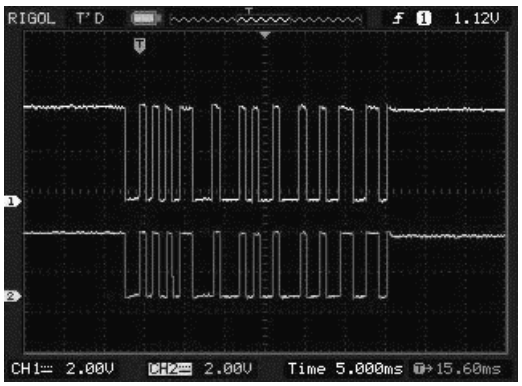
- Sinhronizaconi bajt,
- Adresni bajt,
- Bajt podataka,
- Bajt za kraj prenosa podataka.

Korišćeni RF (radio frekventni) moduli prikazani su na Sl.4, a izgled radiosignala na Sl.5.



Sl. 4 RF (radio frekventni) moduli

Prijemni modul sadrži dekoder adrese i podatka sa ciljem da aktivira trijak kojim se vrši on/off regulacija.



Sl. 5 TX i RX RS232 signali

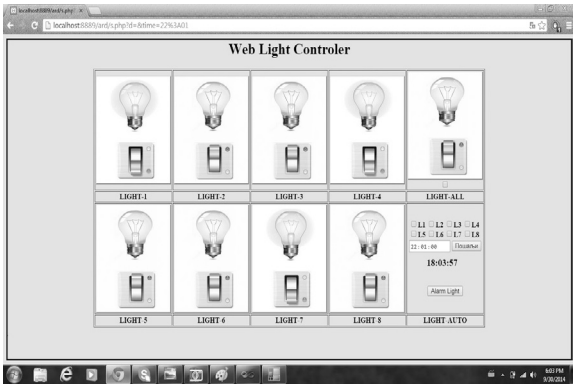
IV. SOFTVER

Primenjeni softver možemo podeliti u tri funkcionalne celine i to su:

A. Web serverski softver,
B. Visual Basic aplikacija na PC računaru,
C. Softver za mikrokontroler.

A. Web serverski softver

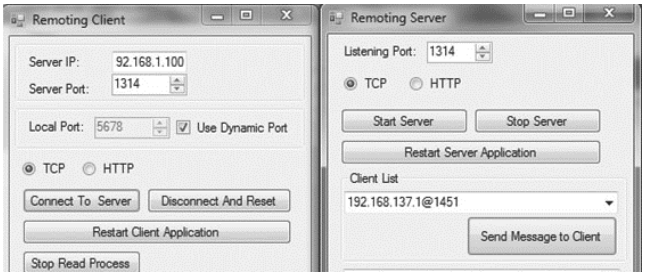
Web server je računar na kome je postavljena web stranica. Web server možemo napraviti i od običnog računara na kome je instaliran odgovarajući operativni sistem. U ovom radu je korišćen XAMPP web server. Kada pokušavamo pristup stranici, web server odgovara pretraživaču i prosleđuje informacije vidljive na ekranu u vidu HTML stranice. PHP kod je integrisan u HTML stranicu [6]. Na taj način se omogućava veza između web servera i Visual Basic aplikacije. Dizajn web stranice prikazan je na Sl.6.



Sl. 6 Izgled Web stranice

B. Visual Basic aplikacija

Visual Basic aplikacija na PC računaru je veza između interneta i web interfejsa. Podešavanja koja treba izvršiti radi uspostavljanje veze izmedju web interfejsa i web servera prikazana su na Sl.7. Njena uloga je da preuzme poruku od strane internet servera i da je preko USB porta prosledi web interfejsu. Komunikacija se odvija i u suprotnom smeru. U našem slučaju to je stanje tastera.



Sl 7. Podešavanja Visual Basic aplikacije

D. Softver za mikrokontroler

Ovaj softver je izrađen u programskom jeziku ANSI C uz korišćenje RTOS (VOS) komandi. Njegova uloga je da preko USB porta primljenu komandu u obliku stringa preuzme, analizira i izvrši. Izvršenje postaje vidljivo na simulatoru sa LED diodama.Takođe očitava stanje tastera i preko USB porta prosleđuje podatak PC računaru. Ova situacija je vidljiva na web stranici na Sl. 6.

V. ZAKLJUČAK

Interesovanje za oblast upravljanja sistemima posebno u oblasti kućne automatizacije i proučavanje postojećih rešenja, prethodilo je realizaciji opisanog modela u laboratoriskim uslovima. Slične uređajea za različite oblasti upravljanja i nadgledanja u prvenstveno kućnoj a zatim i industrijskoj primeni realizovana su u ranijem period istraživanja [1]. Ovom prilikom realizovan je model jednog segmenta kućne automatizacije koji se svakako može u znatnoj meri unaprediti i primeniti i na druge podsisteme. U prikazanom rešenju prostor za nadogradnju modela može se pronaći uvođenjem nekih od sledećih funkcija:

- Dodavanje senzora za detekciju prisustva pokreta,
- Dimovanje intenziteta osvetljenja,
- Automatsko uključivanje/isključivanje osvetljenja.

Kako je povećanje enrgetske efikasnosti primarni cilj modernog društva, pa se očekuje sve veća primena ovakvih uređaja na mestima gde je moguće ostvariti bilo kakvu uštedu energije, autor smatra da je potrebno zasnovati “intelligent buildings” sisteme upravljanja na platformi baziranoj na KNX standardu [7], jer se time omogućava povezivanje ovakvog segmenta automatizacije sa opremom bilo kog proizvođača.

VI. LITERATURA

[1] J.Krstić, D.Stajić, Web Home Controller, Druga olimpijada tehničkog stvaralaštva mladih Jugoistočne evrope, Zrenjanin, 28. Avgust 2014.
[1] J.Krstić, D.Stajić, GSM Controller, Prva olimpijada tehničkog stvaralaštva mladih Jugoistočne evrope, Zrenjanin, 08-09. Jun 2013.
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation, Home automation
[3] http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/Modules/DS_Vinco, Vinclo-mb1a datasheet
[4] A.Kojić, M.Spasojević, M.Kojić, S.Prodribaba: Konceptualno rešenje sistema za pametne kuće – “HiH”http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi
[5] http://www.seeedstudio.com/wiki/433Mhz_RF_link_kit, RF module,
[6] http://www.w3schools.com/php/
[7] http://en.wikipedia.org/wiki/KNX_%28standard%29

Pametna ruka (Smart hand)

Jovan Krstić, Lazar Petrović, Mladen Mihajlović, Maksim Dimitrijević, Mirko Radomirović, Saša Krstić, Radmila Mitić

Sadržaj - Pametna ruka je robot ruka koja je projektovana i konstruisana sa ciljem da zameni čoveka u nepristupačnim i opasnim područjima rada. Robot ruka je realizovana u laboratorijskim uslovima korišćenjem Arduino Leonardo razvojnog okruženja. Elektromehanički sklop omogućava komunikaciju između čovekove ruke i robot ruke pomoću senzora. Kretanje čovekove ruke se prenosi na robot ruku preko senzora tako da ona zahvaljujući elektromotorima oponaša kretanje. U radu su opisane hardverske komponente za realizaciju uređaja kao i primenjeni softver.

I. UVOD

Ubrzani razvoj industrije doveo je do potrebe čoveka da neko drugi umesto njega obavlja teške i zamorne poslove. Ovaj problem su ljudi kroz istoriju rešavali na različite načine: robovima, najamnim radnicima, a zatim se krenulo u rešavanju problema putem tehnike. Ideje o izradi mehaničkih automata susreću se još u antičkom dobu kada Homer opisuje pokretne tronošce. Sam naziv „robot“ prvi put se susreće u 20-tom veku kod češkog književnika Karela Čapeka[1]. Izraz robot potiče od češke reči robotnik što znači najamnik, kmet. Sam napredak u razvoju robota vezan je za dvadeseti vek i to zahvaljujući pronalasku binarne mašine-računara. Računar je uspeo da " udahne" život u mehaničku konstrukciju robota.

Danas pod robotom podrazumevamo višefunkcionalni manipulator sa mogućnošću reprogramiranja sa ciljem da prenosi materijale, delove, alate ili posebne naprave kroz različite programirane pokrete u cilju ispunjavanja različitih zadataka. Danas su najviše u upotrebi industrijski roboti koji u fabrikama obavljaju teške i opasne zadatke umesto čoveka. Najčešće se konstruišu u obliku čovekove ruke. Mogu da budu i mnogo većih dimenzija kako bi mogli da dižu i premeštaju teške predmete. Robotske ruke takođe obavljaju i vrlo precizne operacije. Oblik ruke je jednostavna kopija ruke čoveka. U daljem tekstu rada je prikazana realizacija robot ruke u laboratorijskim uslovima.

II. ARDUINO RAZVOJNO OKRUŽENJE

Arduino predstavlja razvojni sistem otvorenog koda zasnovan na 8-bitnom Atmel AVR ili 32-bitnom Atmel AMR mikroprocesoru. Ploča Arduino razvojnog okruženja u osnovi sadrži: oscilator odnosno kristal koji reguliše vremenske uslove procesora (clock), naponske regulatore vrednosti 5V i 3.3V i *USB-to-serial* konvertor. Za ovaj projekat je korišćena platforma *Arduino Leonardo*[2] Arduino Leonardo [Sl1] je mikrokontrolerska ploča sa ATmega 32 u 4 čipom. Sadrži 20 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih 7 mogu da se koriste kao PWM izlazi a 12 kao analogni ulazi), kristalni oscilator od 16MHz, mikro USB konektor, priključak za napajanje, ICSP konektor i reset taster. Tehničke specifikacije razvojnog okruženja su date u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike mikrokontrolera

Mikrokontroler	**ATmega32u4**
Radni napon	5V
Napon napajanja (preporučeno)	7-12V
Maksimalni napon napajanja (ne preporučuje se)	20V
Digitalni I/O pinovi	20 (od kojih 7 obezbedjuje PWM izlaz)
Analogni ulazni pinovi	12
DC (jednosmerna) struja po I/O pinu	40mA
DC (jednosmerna) struja za pin na 3.3V	50mA
Flash memorija	32KB (ATmega32u4) od kojih je 4 KB iskorišćeno za bootloader
SRAM	2.5KB (ATmega32u4)
EEPROM	1KB (ATmega32u4)
Takt procesora	16MHz



Sl.1 Arduino Leonardo

J. Krstić, L. Petrović, M. Mihajlović, M. Dimitrijević, M. Radomiriovć, su učenici III razreda smera Tehničar mehatronike, Elektrotehnička škola “Nikola Tesla”, Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

S. Krstić, R. Mitić, Profesori stručnih predmeta, Elektrotehnička škola “Nikola Tesla”, Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: racamitic@gmail.com

Softver razvojnog okruženja [3] je potpuno besplatan, otvorenog je koda i može se preuzeti za Mac OS X, Windows i Linux operativne sisteme.

U okviru projekta *Pametna ruka* Arduino mikrokontroler ima nekoliko različitih uloga:

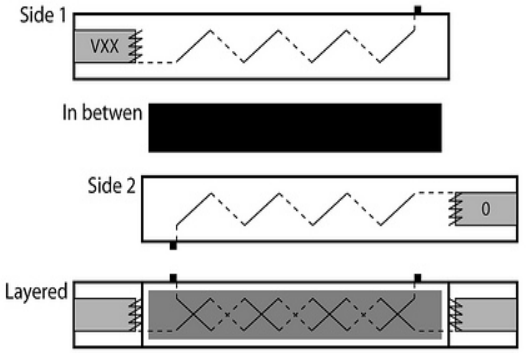
1. Vrši napajanje i komunikaciju sa senzorima za očitavanje pokreta,
2. Upravlja steper motorima preko drajvera,
3. Prikupljene podatke preko USB veze šalje PC računaru.

III. SENZORI POKRETA

Senzori (sensors) su pretvarači koji fizičku veličinu od interesa konvertuju u oblik koji je pogodan za prikaz i memorisanje i koji je standardizovan. U većini slučajeva senzori generišu na svom izlazu električni signal (napon, struju, ili u našem slučaju otpor...) koji se dovodi na ulaz razdelnika napona, a potom na ulaz ADC konvertora. Otpornost senzora zavisi od ugla savijanja i dužine, što nam potvrđuje sledeći obrazac:

$$\frac{dR}{R} = \underbrace{\frac{dl}{l} - \frac{dA}{A}}_{\text{geometrija}} + \underbrace{\frac{d\rho}{\rho}}_{\text{Promena otpornosti}}$$

U ovom projektu za realizaciju senzora su korišćeni: neprovodna bandeš traka [4](na Sl 2. označena kao „Side 1“), bakarna folija (na[Sl2]. označena kao „VXX“ i „0“), bakarne niti (na[Sl2]. označene punom i isprekidanom linijom) i provodna antistatik folija (na[Sl2]. označena kao „In betwen“).



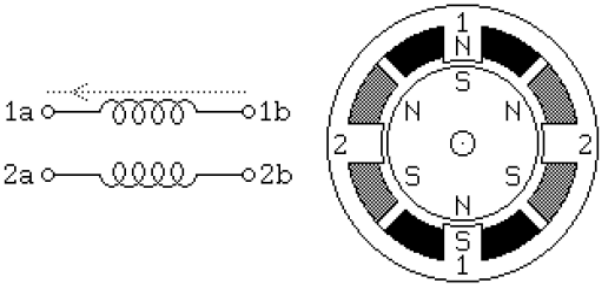
Sl. 2 Senzor pokreta

IV. BIPOLARNI KORAČNI MOTORI

Bipolarni koračni motori[5] sa stalnim magnetom ili hibridni koračni motori[Sl3] su konstruisani sa istim mehanizmom kao i jednopolarni motori, ali oba namotaja su jednostavnije povezana bez centralnog izvoda. Sam motor je jednostavniji ali upravljanje stujnim krugovima je dosta složenije pošto je potrebno obrnuti polaritet svakog para motornih polova. Za upravljanje strujnim kolom za ovakav motor potreban je H-most, za svaki namotaj. H-most dozvoljava da se napon na kraju svakog namotaja kontroliše nezavisno. Kontrolni nizovi za ovaj motorizgledaju kao na sledećoj slici (’’+’’ i ’’-’’ simboli pokazuju polaritet napona na svakom namotaju motora):

Namotaj 1a +---+---+---+---++--++--++--++--
Namotaj 1b --+---+---+---+---++--++--++--++
Namotaj 2a -+---+---+---+---++--++--++--++-
Namotaj 2b ---+---+---+---+---++--++--++--++--+

Da bi razlikovali bipolarne motore sa stalnim magnetom od ostalih motora sa četiri žice, treba izmeriti otpore izmedju različitih namotaja. Važno je napomenuti da neki koračni motori sa stalnim magnetom imaju četiri nezavisna namotaja, raspoređenih u dva para. Sa svakim parom, ako su dva namotaja vezana serijski, dobijamo visokonaponski bipolarni motor. Ako su namotaji vezani paralelno kao rezultat dobijamo niskonaponski bipolarni motor. Ako su vezani serijski i imaju centralni izvod dobijamo niskonaponski jednopolarni motor.



Sl. 3 Bipolarni koračni motor

V. ARDUINO IDE

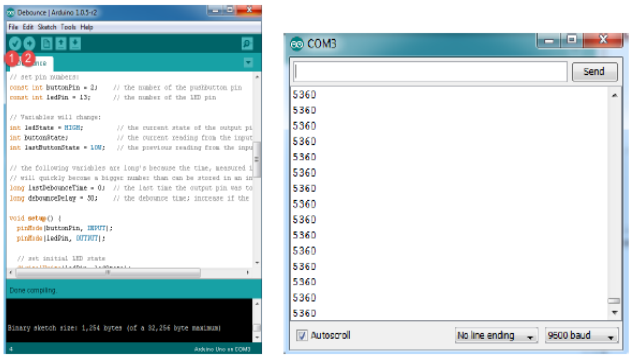
Arduino integrisano razvojno okruženje (Arduino IDE) je aplikacija napisana u Java programskom jeziku. Kreirano je tako da uvede u programiranje sve zainteresovane sa elementarnim programerskim znanjem. Sastoji se od uređivača koda sa mogućnostima kao što su označavanje koda, uparivanje zagrada, automatsko uvlačenje linija. Ovaj uređivač može da prevede kod a zatim da ga prebaci u čip jednom komandom. U ovom slučaju nije potrebno podešavati parametre prevođenja koda ili pokretati programe iz komandne linije. Jednostavnim klikom na verifikaciju programa korak 1 [Sl4] i prebacivanjem programa na kontroler korak 2 programiranje je završeno.

Softver se može besplatno preuzeti sa zvanične Arduinove interenet stranice[3]. Na [Sl4]je prikazan izgled softvera. Desni deo slike predstavlja izgled prozora za praćenje podataka koji stižu preko serijske komunikacije. Dovoljno je samo inicijalizovati serijsku komunikaciju i komandom Serial.print (“tekst ili promenljiva”) ispisati željenu informaciju.

Arduino integrisano razvojno okruženje dolazi sa C/C++ bibliotekom zvanom "Wiring" koja čini uobičajene ulazno-izlazne operacije veoma jednostavnim. Arduino programi se pišu u C/C++ programskom jeziku, korisnici moraju da definišu samo dve funkcije kako bi napravili izvršni program. Te funkcije su:

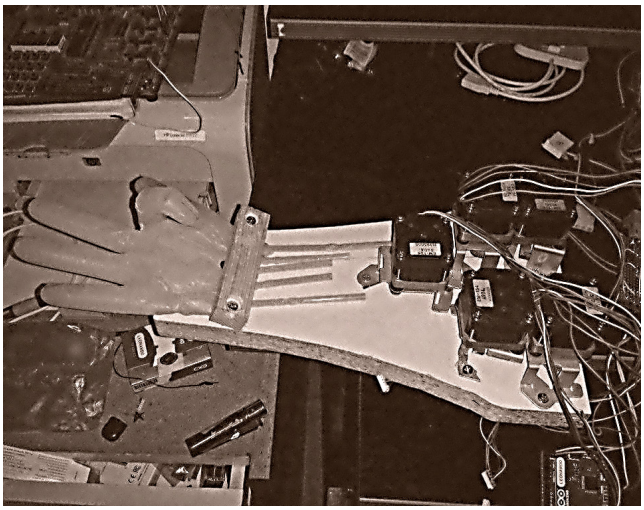
setup() - funkcija koja se izvršava jednom na početku i služi za početna podešavanja ,

loop() - funkcija koja se izvršava u petlji sve vreme dok se ne isključi ploča.



Sl 4. Arduino IDE sa prozorom za praćenje serijske komunikacije

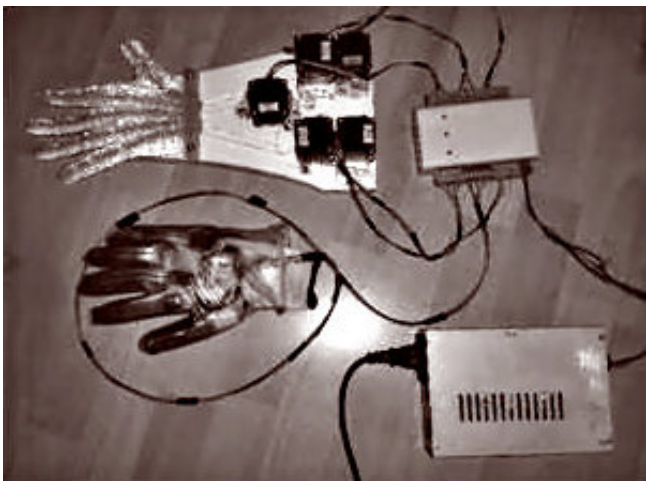
Imajući sve to u vidu, i hardverske i softverske komponente, robot ruku je moguće ralizovati [Sl5] i u laboratorijskim uslovima.[Sl6]



Sl.5. Robot ruka

VI.PRINCIP RADA

Projekat pametne ruke, zasnovan je na ideji da robot kopira pokrete čovekove ruke , što je naročito interesantno za različite grane medicne kao i za sve oblasti



Sl 6. Sistem robot ruke realizovan u labaratorijskim uslovima

gde je potrebno upravljati procesima sa daljine.Pomeranje prstiju šake detektuje flex senzor [Sl7] dok analizu vršimikrokontroler na svom ADC ulazu.Na osnovu te informacije zadaje se naredba određenom koračnom motoru,koji pokreće odgovarajući prst robot ruke.Pozicija prsta se određuje brojanjem koraka koračnog motora.

Zadata pozicija je znači pročitano stanje flex senzora koji motor ostvaruje kretanjem dok se zadata i izračunata pozicija(brojanje koraka) ne izjednače.



Sl 7. Rukavica sa flex senzorima

VII.ZAKLJUČAK

Pametna ruka predstavlja rešenje problema vezanih za obavljanje poslova koji su zamorni ili pak nepristupačni čoveku. Suština realizovanog projekta je u

Arduino mikrokontroleru. Senzori koji se nalaze na rukavici služe za detektovanje pokreta, koji se zatim prenose na pametnu-robot ruku. Funkcionalnost pametne ruke je potvrđena u brojnim eksperimentima u realnim uslovima. Prednost rešenja prikazanog u ovom radu je i mogućnost daljeg usavršavanja.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan u laboratorijama elektrotehničke škole „Nikola Tesla“. Autori se zahvaljuju profesorima škole na pruženoj pomoći i podršci u u radu, posebno profesoru Dejanu Stamenkoviću, kao i profesorima sa Katedre za mikroelektroniku.

LITERATURA

[1]http://www.gutenberg.org/files/13083/13083-h/13083-h.htm
[2] Arduino Leonardo http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardLeonardo
[3] Arduino IDE http://arduino.cc/en/main/software
[4] Neoprene bend sensor http://www.kobakant.at/DIY/?p=20
[5] Marko Petrović, Koračni motori i njihova primena u električnim pogonima

Analiza uticaja izbora opsega kvantizera na kompresiju grayscale slika

Nikola Simić, Zoran Perić, Milan Savić, Milena Savić

Sadržaj – U radu je predstavljen algoritam za kompresiju grayscale slika koji se zasniva na upotrebi tri fiksna uniformna kvantizera projektovana za diskretan ulaz. Algoritam se zasniva na naizmeničnoj upotrebi ova tri kvantizera u zavisnosti od vrednosti intenziteta piksela koji se procesiraju. Broj kvantizacionih nivoa raste od prvog ka trećem kvantizeru dok se optimalna vrednost širine opsega analizira za standardne test grayscale slike. Eksperiment je urađen implementacijom predloženog algoritma u programskom jeziku Microsoft Visual C#.

I. UVOD

Svakodnevno se susrećemo gotovo neprestano sa ogromnom količinom informacija različitog tipa, značaja i kvaliteta koje primamo, procesiramo, analiziramo i donosimo odluke na osnovu njih. Najveći deo tih podataka ima vizuelni karakter, a pored toga njihov značaj je i najveći. Štaviše, slike predstavljaju i pogodno sredstvo komunikacije kojim se na efikasan način mogu predstaviti kompleksni sadržaji. Priroda ovog tipa informacija je kontinualna. Sa druge strane poslednjih nekoliko decenija računari preuzimaju primat u obradi informacija. Računari kao diskretni uređaji ne mogu da čuvaju u memoriji informacije koje imaju kontinualni karakter, pa je neophodno izvršiti konverziju iz analognog u digitalni oblik koji je jedini pogodan za računarsku obradu i skladištenje. Veoma često digitalne slike sadrže ogromnu količinu podataka koju treba procesirati za veoma kratko vreme. Na primer, jednostavna fotografija snimljena mobilnim uređajem za par sekundi može zahtevati više mesta za skladištenje nego što je potrebno za desetine stranica teksta, a sa druge strane postoje sistemi koji zahtevaju neprestanu obradu velike količine slika.

Interesovanje za metode digitalne obrade slika potiče iz dve osnovne ideje – unapređenja vizuelne interpretacije i smanjenja količine podataka neophodne za procesiranje slike (skladištenje, prenos i predstavljanje prilikom mašinske obrade u autonomnom sistemu).

Kompresija digitalnih slika je neophodan segment u modernim telekomunikacionim sistemima. Mnoge naširoko rasprostranjene aplikacije, kao što su video telefonija, video konferencija, sistemi za procesiranje i vođenje evidencije o transmisiji televizijskog signala standardne i visoke rezolucije, multimedijalni sistemi, „vid" robota i daljinsko upravljanje koriste kompresiju digitalnih slika kako bi koristili resurse na efikasniji način [1].

Sve metode kompresije slike zasnovane su na korišćenju prostorne redundatnosti informacija koje sadrži digitalna slika [2]. Redundantnost informacija u slici postoji zbog znatne prostorne korelacije piksela, i može se opisati na različite načine. Statistička redundantnost je povezana sa raspodelom intenziteta piksela slike i može se eliminisati korišćenjem entropijskih tehnika iz teorije informacija. Osnovna ideja kompresije digitalnih slika je zamena postojećeg prikaza informacija, tj. reorganizacija postojećih reprezentacionih nivoa novim skupom iz kog se original može rekonstruisati. Ukoliko se rekonstruisana slika ne razlikuje od originala, radi se o kompresiji bez gubitaka ("lossless compression"). Sa druge strane, veoma često se prilikom procesa kompresije unosi određena distorzija, tako da rekonstruisana slika nije identična sa originalom i tada govorimo o kompresiji sa gubicima ("lossy compression"). Prilikom izbora metoda za kompresiju treba voditi računa o važnosti informacija koje se obrađuju, kao i dostupnoj memoriji sistema koji vrši obradu pa tako odrediti koliki su dozvoljeni gubici. Ovaj rad je fokusiran na obradu digitalnih grayscale slika, koje danas najširu upotrebu imaju u radiologiji i u sistemima koji vrše detekciju. Najčešće, grayscale slike su dobijene odmeravanjem intenziteta svetlosti svakog piksela u nekom od opsega elektromagnetnog spektra (npr. infracrveni, ultraljubičasti, opseg vidljive svetlosti...).

Uniformna kvantizacija predstavlja najjednostavniju, ali i dalje veoma popularnu tehniku za kompresiju grayscale slika. Projektovanje ovih kvantizera obuhvata samo izbor nivoa kvantovanja N i izbor širine opsega kvantovanja [3]. Pošto varijansa signala (audio, video, govornog, slike) nije stacionarna, tj. promenljiva je u vremenu, ukoliko se ne vrši optimalno projektovanje koje je hardverski veoma zahtevno, za visok nivo kvaliteta kompresije u širokom opsegu ulaznih varijansi neophodno je izvršiti adaptaciju [3]-[4]. Alternativno se mogu koristiti različite kombinacije uniformnih kvantizera koje se smatraju prostom adaptacijom kod koje nije potrebno prenositi informaciju o varijansi. U [5] je analizirana konfiguracija tri uniformna kvantizera, a u ovom radu se razmatra konfiguracija sa manjim brojem nivoa kako bi se postigao odgovarajući kvalitet pri nižoj bitskoj brzini.

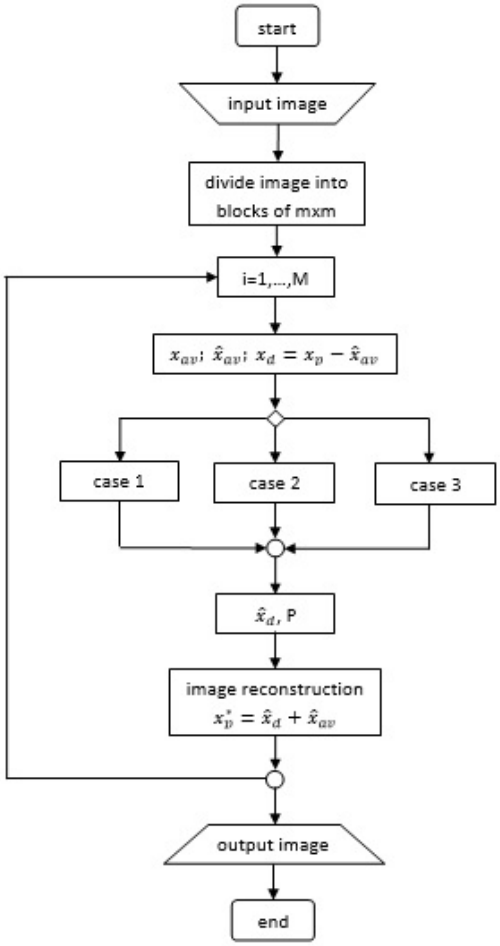
Nikola Simić i Zoran Perić, Katedra za telekomunikacije, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: simicnikola90@gmail.com; zoran.peric@elfak.ni.ac.rs

Milan Savić, Matematički institut SANU, Kneza Mihaila 36, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: mihajlo_savic84@yahoo.com

Milena Savić, Vojna Akademija, Pavla Jurišića Šturma 33, 11000 Beograd, Srbija: E-mail: milenasavic94vr@gmail.com

II. PRIMENA PROSTE ADAPTACIJE NA KOMPRESIJU GRAYSCALE SLIKA

U ovom odeljku biće prikazan algoritam za kompresiju grayscale slika (Sl. 1). Algoritam se zasniva na primeni tri fiksna uniformna kvantizera ($N_1 = 4$, $N_2 = 8$, $N_3 = 16$). Odlučivanje se vrši koristeći pragove T_{h1} i T_{h2}. Ove vrednosti definišu i maksimalne vrednosti intenziteta piksela prvog ($N_1 = 4$) i drugog ($N_2 = 8$) kvantizera. Opseg trećeg kvantizera se definiše parametrom T_{h3} kojim se definiše radni opseg sistema [5].



Sl. 1. Predloženi algoritam za kompresiju grayscale slika.

Algoritam radi na sledeći način. Prvo, slika se deli na nepreklapajuće blokove dimenzija *mxm*. Zatim se svaki blok procesira nezavisno slanjem podataka i rekonstrukcijom na prijemnoj strani. Algoritam procesira piksele sleva na desno i odozgo na dole. Srednja vrednost svih piksela u bloku (x_{av}) se računa i zatim kvantuje ($\hat{x}_{av}$) fiksnim uniformnim kvantizerom. Kako bi se minimizirala greška rekonstrukcije u procesu kodovanja koristimo vrednosti koje su dostupne dekoderu.

Sve vrednosti piksela u bloku x_p zamenjujemo vrednostima x_d, tako da važi:

$$x_d = x_p - \hat{x}_{av} \tag{1}$$

Proces selekcije kvantizera se obavlja na sledeći način:

case1: ukoliko su sve vrednosti piksela u bloku manje od T_{h1}, koristi se kvantizer Q_1.

case2: ukoliko makar jedan piksel unutar bloka ima vrednost višu od T_{h1} a nižu od T_{h2}, tada se koristi Q_2.

case3: ukoliko makar jedan piksel unutar bloka ima vrednost višu od T_{h2}, koristi se kvantizer Q_3.

Posle procesa kvantizacije, šalju se ka prijemniku kvantovane vrednosti $\hat{x}_{av}$ i $\hat{x}_d$, kao i informacija o tome koji je kvantizer korišćen. Ova informacija se prenosi koristeći neku od vrednosti iz skupa bitova {0,10,11}. Broj bitova koje šaljemo označićemo sa *P*. Na kraju, rekonstruisana vrednost intenziteta piksela dobija se kao:

$$x_p^* = \hat{x}_d + \hat{x}_{av} \tag{2}$$

U prethodnom razmatranju sa ^ su označene kvantovane vrednosti, dok su sa * označene rekonstruisane vrednosti piksela dostupne u dekoderu.

III. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

U ovom odeljku će biti analizirane performanse predloženog algoritma za kompresiju grayscale slika. Kao meru kvaliteta koristimo *PSQNR* (*Peak-Signal-to-Quantization-Noise-Ratio*) koji predstavlja standardnu meru kvaliteta. *PSQNR* se može definisati sa:

$$PSQNR = 10\log_{10}\left(\frac{x_{\max}^2}{MSE}\right) \text{ [dB]} \tag{3}$$

U prethodnom izrazu, x_{max} predstavlja maksimalnu vrednost intenziteta piksela i kod grayscale slika ima vrednost 255, dok *MSE* predstavlja srednju kvadratnu grešku između originalne i rekonstruisane vrednosti piksela i može se definisati sa:

$$MSE = \frac{1}{N_{pixels}}\sum\left(x_p - x_p^*\right)^2 \tag{4}$$

gde se sumiranje vrši za sve piksele na slici. N_{pixels} predstavlja ukupan broj piksela na slici.

Pored *PSQNR*-a biće prikazani i rezultati koji prikazuju efikasnost kompresije rekontruisane slike. Standardna mera koja se najčešće koristi u ovom slučaju je srednja bitska brzina i može se sračunati sa:

$$R_{av}[\text{bpp}] = \frac{1}{N_{pixels}} \sum_{i=1}^{3} K_i \qquad (5)$$

gde je bpp oznaka za jedinicu bit-po-pikselu, dok se parametri K_i računaju prema:

$$K_i = N_i \left(r_{av} + N_b r_i + r_{pi} \right), \; i = 1, 2, 3. \qquad (6)$$

U prethodnoj formuli su uvedeni sledeći parametri: r_{av}, r_i i r_{pi} označavaju broj bita potreban za prenos $\hat{x}_{av}$, $\hat{x}_d$ i P, respektivno, dok N_i i N_b označavaju ukupan broj blokova koji se kvantuju odgovarajućim kvantizerom, odnosno ukupan broj piksela u svakom bloku.

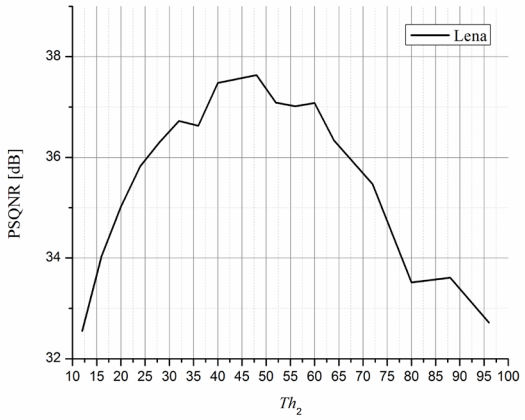
Eksperiment je izvršen obradom standardnih test grayscale slika (Lena, Jet, Street i Ship) rezolucije 512x512 piksela predloženim algoritmom. Blokovi su dimenzija 4x4 piksela ($m = 4$). Srednja vrednost svih piksela u bloku koduje se pomoću 64 nivoa ($r_{av} = 6$) i može da uzima vrednosti od 0 do 255. Vrednosti piksela koje se prema predloženom algoritmu obrađuju predstavljaju razliku između originalne i srednje vrednosti svih piksela u bloku, pa maksimalni ulazni opseg kvantizera je [-255, 255], pa zbog toga za početnu vrednost praga biramo $T_{h3} = 255$. Parametri r_i ($i = 1, 2, 3$) mogu uzimati vrednosti 2, 3 i 4, respektivno, i predstavljaju potreban broj bita da bi se kodovala vrednost posmatranog piksela kvantizerom sa odgovarajućim brojem nivoa dok parametri r_{pi} ($i = 1,2,3$) uzimaju vrednosti 1 ili 2 u zavisnosti od učestanosti upotrebe odgovarajućeg kvantizera (kvantizer koji se najčešće upotrebljava označava se jednim bitom, dok preostala dva kvantizera sa dva bita).

U Tabeli 1 su prikazani rezultati dobijeni za *PSQNR* i R_{av} eksperimentalnim putem u zavisnosti od T_{h2} u slučaju kada je prag $T_{h1} = 6$ a prag $T_{h3} = 255$.

TABELA I
EKSPERIMENTALNI REZULTATI PRIMENE TRI FIKSNA UNIFORMNA KVANTIZERA-VARIRANJE T_{h2}

T_{h2}		12	28	48	96
Lena	PSQNR[dB]	32.55	36.30	37.63	32.72
	R_{av}[bpp]	3.467	3.273	3.187	3.140
Street	PSQNR[dB]	30.32	35.22	37.00	31.67
	R_{av}[bpp]	3.924	3.550	3.419	3.374
Jet	PSQNR[dB]	32.90	35.65	36.89	34.09
	R_{av}[bpp]	3.282	3.143	3.070	2.978
Ship	PSQNR[dB]	33.18	36.24	37.65	33.84
	R_{av}[bpp]	3.321	3.162	3.085	3.025

Rezultati prikazani u Tabeli 1 pokazaju kod svih razmatranih test grayscale slika dolazi do jakog variranja vrednosti *PSQNR*-a sa promenom posmatranog praga T_{h2}, kao i da vrednost srednje bitske brzine opada sa povećanjem praga. Na Sl. 2 je prikazana zavisnost *PSQNR*-a od vrednosti praga T_{h2} za test grayscale sliku Lena.



Sl. 2. Vrednost PSQNR-a u zavisnosti od praga Th2 pri procesiranju test grayscale slike Lena.

Kako bi se odredili optimalni rezultati, potrebno je uzeti u obzir i srednju bitsku brzinu, pri čemu je u literaturi poznato da vrednost *PSQNR*-a raste ili opada 5.5 dB sa promenom bitske brzine za 1 bpp pri srednjim vrednostima bitskih brzina koje ovde razmatramo. Na osnovu rezultata prikazanih u Tabeli 1 i na Sl. 2, jasno je da je optimalna vrednost praga $T_{h2} = 48$.

TABELA II
EKSPERIMENTALNI REZULTATI PRIMENE TRI FIKSNA UNIFORMNA KVANTIZERA-VARIRANJE T_{h1}

T_{h1}		4	8	12	16
Lena	PSQNR[dB]	36.83	38.10	38.30	37.95
	R_{av}[bpp]	3.387	3.054	2.907	2.822
Street	PSQNR[dB]	36.78	37.26	37.67	37.70
	R_{av}[bpp]	3.483	3.332	3.132	2.974
Jet	PSQNR[dB]	36.43	37.09	37.02	36.63
	R_{av}[bpp]	3.206	3.001	2.926	2.872
Ship	PSQNR[dB]	37.19	37.90	37.89	37.46
	R_{av}[bpp]	3.205	3.000	2.890	2.822

U Tabeli 2 su prikazani eksperimentalni rezultati dobijeni za $T_{h2} = 48$ i $T_{h3} = 255$, variranjem širine opsega prvog kvantizera. Može se uočiti da sa povećanjem širine opsega prvog kvantizera dolazi do pada srednje bitske brzine, dok vrednost *PSQNR*-a raste do granice $T_{h1} = 12$. Daljim povećanjem praga T_{h1}, dolazi do veće distorzije, pošto 4 nivoa kvantovanja nisu pogodna za pokrivanje širokih opsega, a uz to je i verovatnoća pojavljivanja niskih vrednosti intenziteta piksela veća [6].

U Tabeli 3 su prikazani eksperimentalni rezultati optimizacije opsega trećeg kvantizera, odnosno čitavog sistema. Vrednost praga $T_{h3} = 255$ predstavlja potpunu pokrivenost teorijskog opsega. Međutim, u literaturi je pokazano da vrednost razlike između vrednosti intenziteta piksela i srednje vrednosti svih piksela u bloku ne prelazi

152 [6]. S obzirom na ovu činjenicu, nije neophodno trećim kvantizerom pokriti čitav opseg, već je dovoljno pokriti vrednosti do 152. Daljim sužavanjem opsega vrši se dodatna optimizacija i pokazano je da sistem ima najbolje performanse kada je $T_{h3} = 96$. Na Sl. 3 su prikazane originalne a na Sl. 4 rekonstruisane test grayscale slike posle obrade predloženim algoritmom za vrednosti pragova $T_{h1} = 12$, $T_{h2} = 48$ i $T_{h3} = 96$.

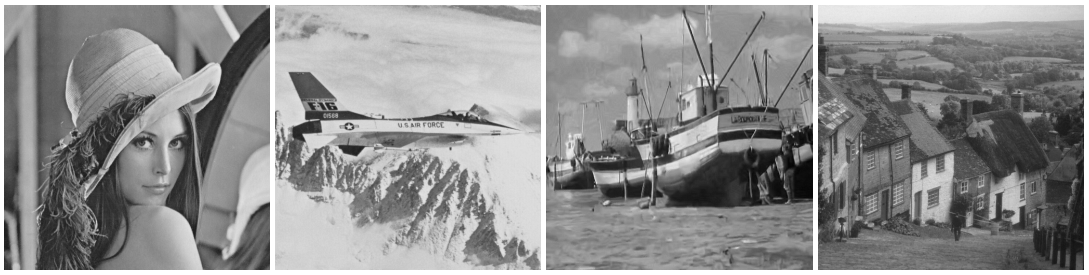
Sa Sl. 3 i Sl. 4 može se primetiti da se originalne i rekonstruisane test grayscale slike skoro vizuelno ne razlikuju.

TABELA III
EKSPERIMENTALNI REZULTATI PRIMENE TRI FIKSNA UNIFORMNA KVANTIZERA-OPTIMIZACIJA OPSEGA KVANTIZERA

T_{h3}		80	96	152	255
Lena	PSQNR[dB]	40.46	40.74	40.19	38.35
	R_{av}[bpp]	2.907	2.907	2.907	2.907
Street	PSQNR[dB]	39.53	39.44	38.98	37.72
	R_{av}[bpp]	3.132	3.132	3.132	3.132
Jet	PSQNR[dB]	40.85	41.08	39.92	37.04
	R_{av}[bpp]	2.926	2.926	2.926	2.926
Ship	PSQNR[dB]	40.24	40.73	40.14	37.92
	R_{av}[bpp]	2.890	2.890	2.890	2.890



Sl. 3. Originalne test grayscale slike rezolucije 512x512 piksela



Sl. 4. Test grayscale slike sa Sl. 3 rekonstruisane predloženim algoritmom za vrednosti pragova $T_{h1} = 12$, $T_{h2} = 48$ i $T_{h3} = 96$.

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu se razmatra primena proste adaptacije na kvantizaciju grayscale slika. Kao oblik proste adaptacije koriste se tri fiksna uniformna kvantizera projektovanih za diskretan izvor sa rastućim brojem nivoa kvantovanja. Razmatran je uticaj promene širine opsega kvantizera na kvalitet rekonstruisane slike i pokazano je da region oko nule treba da bude pokriven sa što je moguće većim brojem nivoa ali da je potrebna optimizacija ukupne širine izborom praga T_{h3}. Performanse kvantizera dobro prate rezultate iz [3], obezbeđujući odgovarajući *PSQNR* za nižu bitsku brzinu koja odgovara projektovanom manjem broju nivoa N_3. Predloženi algoritam je implementiran primenom programskog jezika Microsoft Visual C# i dati softver je pogodan kako za dalji razvoj tako i demonstraciju.

LITERATURA

[1] Jayant, N.S., Noll, P. (1984). *Digital Coding of Waveforms*. Prentice-Hall, New Jersey.

[2] Yun Q., Shi, Huifnag Sun. Image and Video Compression for Multimedia Engineering, Taylor & Francis Group, 2008.

[3] M. Savic, Z. Peric, M. Dincic, "Design of Forward Adaptive Uniform Quantizer for Discrete Input Samples for Laplacian Source ", *Electronics and Electrical Engineering – Kaunas: Technologija*, 2010, No.9(105), p. 73-76.

[4] N. Simić, Z. Perić, M. Savić, "Improved Algorithm for Grayscale Image Compression", *Rev. Roum. Sci. Techn. – Électrotechn. et Énerg.*, Vol. 59, No. 3, October 2014, p. 315–323.

[5] M. Savić, Z. Perić, N. Simić, "Analysis of the Imapct of the Quantizer Range Choice on Compression and Quality of the Reconstructed Image", *Facta Universitatis, Series:Electronics and Energetics*, Vol. 26, N^o 2, August 2013, p. 79-85.

[6] M. Savic, Z. Peric, M. Dincic, "Coding Algorithm for Grayscale Images Based on Piecewise Uniform Quantizers", Informatica, 2012,Vol. 23 , No. 1 , p. 125-140.

XML kviz u jeziku C# na Silverlight platformi

Milan Jeremić, Dušan Jeremić, Nikola Mitrović, Nenad Ličić

Sadržaj – Ovim projektom autori su želeli da urade jednu aplikaciju za kviz korišćenjem programskog jezika Visual C# 2010 i tehnologije nove generacije kakva je *Silverlight*, a sve to u sklopu promocije naše škole. U radu je opisan način korišćenja Visual Studio C# programskog jezika i napredne tehnologije Silverlight za izradu programa Gim2014. Autori su napravili detaljnu retrospektivu programskog koda sa osvrtom na najbitnije procedure. Rad aplikacije se zansniva na tome da su pitanja unešena u XML fajlu, i da ih aplikacija iz fajla iščitava i korisniku prikazuje pitanje na formu. Ponuđeni su i odgovori tako da je korisniku lakše da dođe do tačnig rešenja, gde za svako pitanje postoji po četiri ponuđena odgovora.

I. SILVERLIGHT

Silverlight je moćan alat .NET Framework-a za pravljenje Internet aplikacija. Prva verzija nastala je još 2007. Godine i od tada ga mnogi programeri koriste. Ono što izdvaja Silverlight od sličnih datoteka jeste što je poprilično jednostavan za korišćenje. Sve što vam je potrebno je znanje HTML-a, XML-a i C#-a i mogu se onda naprvaviti ozbiljne aplikacije. Na ovaj način dobijamo sve ono najbolje od C#-a, a dizajn i animacije se prave brzo i lako. Silverlight datoteke imaju ekstenziju XAML (Extended Application Markup Language), što je zapravo XML koji se koristi da bi pravili objekte u aplikaciji.

II. XMLKVIZ

XMLKviz je aplikacija razvijena na Silverlight 4.0 platformi koja služi kao editor pitanja za web kviz Gim2014. Princip rada aplikacije je jednostavan; tekst unešen u polja na formi aplikacije se upisuje u specijalni format XML-a koji pomenuti kviz Gim2014 ume da pročita. Struktura XML fajla izgleda ovako:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"
standalone="yes"?>
  <kviz>
    <pitanje tezina="(broj između 1 i 4)">
      <tekst>Tekst pitanja..</tekst>
      <odgovor1>Prvi ponudjen odgovor</odgovor1>
      <odgovor2>Drugi ponudjen odgovor</odgovor2>
      <odgovor3>Treći ponudjen odgovor</odgovor3>
      <odgovor4>Četvrti ponudjen odgovor</odgovor4>

    <tacan>(broj između 1 i 4)</tacan>
  </pitanje>
</kviz>
```

Korisnički interfejs

Korisnički interfejs možemo podeliti u 4 celine:

1. Dugmad za otvaranje, snimanje i kreiranje nove datoteke (1*)
2. Polja za unos pitanja (2*)
3. Dugmad za manipulaciju nad formom i datotekom koja se trenutno obrađuje (3*)
4. Pregled pitanja koja se nalaze u datoteci (4*)

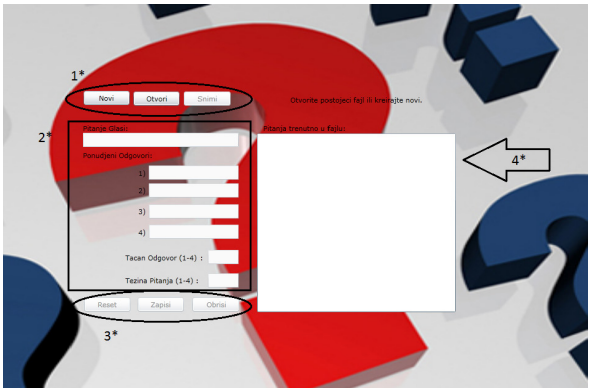


Fig. 1. Izgled aplikacije

III. IMPLEMENTACIJA

Uvod

Aplikacija je razvijena u alatu Microsoft Visual Studio 2010, na Silverlight 4.0 platformi, u C# programskom jeziku. Kod se umnogome oslanja na klasu System.Xml.Linq, koja je najbolje rešenje za obradu tipa podataka XML u okviru Silverlight platforme.

Metodi

Metodi su implementirani na taj način da svaki od njih radi specifičnu operaciju, da bi kasnije ti metodi u različitim kombinacijama bili pozivani u događajima kako bi izvršavali neku veću logičku celinu.

M. G. Jeremić, dipl. Ing. Elektrotehnike na smeru za računarsku tehniku i informatiku, profesor računarstva i informatike u Knjaževačkoj gimnaziji, Srbija, E-mail: miljan.jeremic@gmail.com

D. Jeremić, student elektronskog fakulteta u Nišu na smeru za Internet tehnologije, Srbija, E-mail: jeremic.dusan@gmail.com

N. Mitrović, N. Ličić, učenici III i IV razreda Knjaževačke gimnazije opšteg i prirodno-matematičkog smera, Srbija, E-mail: nikola3u1@gmail.com, doremixx@neobee.net

Lista metoda koji su implementirani za potrebe aplikacije:

```
1. Private void OdblokirajKomponente()
2. private void BlokirajKomponente()
3. private void NoviXML()
4. private bool SnimiXML()
5. private bool OtvoriXML()
6. private bool GenerisiXML()
7. private   XElement   NadjiCvor(string
   tekstPitanja)
8. private void ResetujKontrole()
9. private void PrikaziLB()
10. private void ResetujLB()
11. private void ObrisiPitanje()
```

Sada ćemo preći na detaljniji pregled metoda.

1. Metod private void BlokirajKomponente()

Ovaj metod zaključava sve komponente vezane za unos pitanja. Kompletan kod metoda:

```
private void BlokirajKomponente() {

textBox1.IsEnabled = false;
textBox2.IsEnabled = false;
textBox3.IsEnabled = false;
textBox4.IsEnabled = false;
textBox5.IsEnabled = false;
textBox6.IsEnabled = false;
textBox7.IsEnabled = false;
btnNovi.IsEnabled = true;
btnObrisi.IsEnabled = false;
btnOtvori.IsEnabled = true;
btnReset.IsEnabled = false;
btnSnimi.IsEnabled = false;
btnZapisi.IsEnabled = false;
listBox1.IsEnabled = false;
label9.Content = "Otvorite postojeci fajl ili
kreirajte novi.";
              }
```

2. Metod private void OdblokirajKomponente()

Ovaj metod otključava sve komponente vezane za unos pitanja. Kompletan kod metoda:

```
private void OdblokirajKomponente() {

textBox1.IsEnabled = true;
textBox2.IsEnabled = true;
textBox3.IsEnabled = true;
textBox4.IsEnabled = true;
textBox5.IsEnabled = true;
textBox6.IsEnabled = true;
textBox7.IsEnabled = true;
btnNovi.IsEnabled = true;
btnObrisi.IsEnabled = true;
btnOtvori.IsEnabled = true;
btnReset.IsEnabled = true;
btnSnimi.IsEnabled = true;
btnZapisi.IsEnabled = true;
listBox1.IsEnabled = true;


        }
```

3. Metod private void NoviXML()

Ovaj metod inicijalizuje polje kvizDoc koje je tipa XDocument. Kompletan kod metoda:

```
private void NoviXML(){

label9.Content = "Trenutno otvoren: Novi fajl.";
kvizDoc = new XDocument();
rootElement = new XElement("kviz");
kvizDoc.Add(rootElement);
               }
```

4. Metod private bool SnimiXML()

Ovaj metod putem instance saveFileDialog-a snima polje kvizDoc u XML datoteku na željenoj lokaciji. Ukoliko je datoteka uspešno snimljena, metod vraća vrednos true, u suprotnom false. Kompletan kod metoda:

```
private bool SnimiXML(){

SaveFileDialog saveFileDialog = new
SaveFileDialog();
saveFileDialog.DefaultExt = "xml";
saveFileDialog.Filter = "XML Files
(*.xml)|*.xml|All files (*.*)|*.*";
saveFileDialog.FilterIndex = 1;
  if (saveFileDialog.ShowDialog() == true)
     {
      Stream stream = saveFileDialog.OpenFile();
      StreamWriter sw = new StreamWriter(stream,
System.Text.Encoding.UTF8);
      sw.Write(new XDeclaration("1.0", "utf-8",
"yes"));
      sw.Write(kvizDoc.ToString());
      sw.Close();
      stream.Close();
      return true;
               }
               else return false;
        }
```

5. Metod private bool OtvoriXML()

Ovaj metod preko instance openFileDialog-a otvara XML fajl i putem instance Stream-a stream smešta ga u polje kvizDoc. Takođe, metod je zadužen za prikaz imena datoteke koja je otvorena na formi. Ukoliko je datoteka uspešno otvorena, metod vraća vrednos true, u suprotnom false. Kompletan kod metoda:

```
private bool OtvoriXML() {
```

```
            OpenFileDialog openFileDialog =
new OpenFileDialog();
            openFileDialog.Filter = "XML
Files (*.xml)|*.xml|All files (*.*)|*.*";
            openFileDialog.FilterIndex = 1;
            openFileDialog.Multiselect =
false;
            if (openFileDialog.ShowDialog()
== true)
            {
                  label9.Content = "Trenutno
otvoren: " + openFileDialog.File.Name;
                  Stream stream =
openFileDialog.File.OpenRead();
                  kvizDoc =
XDocument.Load(stream);
                  rootElement =
kvizDoc.Element("kviz");
                  return true;
            }
            else
            {
                  return false;
            }

      }
```

6. Metod private bool GenerisiXML()

Ovaj metod smešta podatke iz polja za unos u polje kvizDoc. Najpre izvršava kontrolu unosa, tj. proverava da li svako polje iz unosa zadovoljava kriterijume određene za to polje (da li je prazno, odgovarajućeg formata,…) i potom, ako su zadovoljeni uslovi, prelazi se na smeštanje tih podataka u odgovarajuće čvorove u strukturi polja kvizDoc. Metod vraća vrednost true ako je unos uspešno izvršen ili vrednost false u suprotnom. Metod takođe ispisuje poruku ukoliko neko polje nije ispunilo kriterijum zadat za to polje. Kompletan kod metoda:

```
private bool GenerisiXML(){

      if ((textBox1.Text != null) &&
(textBox2.Text != null) &&
          (textBox3.Text != null) &&
(textBox4.Text != null) &&
          (textBox5.Text != null) &&
          (textBox6.Text.Equals("1") ||
      textBox6.Text.Equals("2") ||
           textBox6.Text.Equals("3") ||
      textBox6.Text.Equals("4")) &&
          (textBox7.Text.Equals("1") ||
      textBox7.Text.Equals("2") ||
           textBox7.Text.Equals("3") ||
      textBox7.Text.Equals("4")))
            {

              XElement pitanje = new
XElement("pitanje",
                                    new
                                   XAttribute("tezina"
                                   , textBox7.Text));
              XElement tekst = new
XElement("tekst", textBox1.Text);
              XElement odg1 = new
XElement("odgovor1", textBox2.Text);
              XElement odg2 = new
XElement("odgovor2", textBox3.Text);
              XElement odg3 = new
XElement("odgovor3", textBox4.Text);
              XElement odg4 = new
XElement("odgovor4", textBox5.Text);
              XElement tacan = new
XElement("tacan", textBox6.Text);
              pitanje.Add(tekst);
              pitanje.Add(odg1);
              pitanje.Add(odg2);
              pitanje.Add(odg3);
              pitanje.Add(odg4);
              pitanje.Add(tacan);
              rootElement.Add(pitanje);
              return true;
            }
        else
            {
              HtmlPage.Window.Alert("NISTE
PRAVILNO POPUNILI POLJA!!!");
              return false;
            }
      }
```

7. Metod private XElement NadjiCvor(string tekstPitanja)

Ovaj pomoćni metod nalazi pitanje sa tekstom tekstPitanja u polju kvizDoc i vraća pokazivač na to pitanje. Ukoliko ne postoji takvo pitanje, vraća vrednost null. Kompletan kod metoda:

```
private XElement NadjiCvor(string tekstPitanja)
{
                  XElement temp = null;
                  foreach (XElement
ElPitanje in kvizDoc.Descendants("pitanje"))
                  {
                   if
(ElPitanje.Element("tekst").Value.Equals(tekstPi
tanja))
 {
   temp = ElPitanje;
        }

  }
 return temp;
}
```

8. Metod private void ResetujKontrole()

Ovaj metod dodeljuje prazan string za vrednost svim poljima za unos na formi (i time resetuje polja za unos). Kompletan kod metoda:

```
private void ResetujKontrole() {
                        textBox1.Text = "";
                        textBox2.Text = "";
                        textBox3.Text = "";
                        textBox4.Text = "";
                        textBox5.Text = "";
                        textBox6.Text = "";
                        textBox7.Text = "";
                }
```

9. Metod private void PrikaziLB()

Ovaj metod učitava tekstove svih pitanja iz polja kvizDoc u ListBox komponentu i time ova komponenta deluje kao lista postojećih, predhodno unetih pitanja. Kompletan kod metoda:

```
private void PrikaziLB() {
                        foreach (XElement
pitanjeElement in
kvizDoc.Descendants("pitanje"))
{
 XElement tekstElement =
pitanjeElement.Element("tekst");
       listBox1.Items.Add(tekstElement.Value);
                        }
                }
```

10. Metod private void ResetujLB()

Ovaj metod obavlja suprotnu radnju od metoda PrikaziLB(), tj. uklanja sve unose iz ListBox komponente i time je resetuje. Kompletan kod metoda:

```
private void ResetujLB() {
                        listBox1.Items.Clear();
                }
```

11. Metod private void ObrisiPitanje()

Ovaj metod briše pitanje iz polja kvizDoc čiji tekst pitanja odgovara pitanju selektovanom u ListBox-u. Koristimo pomoćnu proceduru NadjiCvor() koja vraća pokazivač na pitanje koje treba da se obriše. NadjiCvor() u ovom slučaju nikad neće vratiti vrednost null jer je sigurno da pitanje koje je selektovano u ListBox-u postoji i u polju kvizDoc. Kompletan kod metoda:

```
private void ObrisiPitanje() {
                        try {
                                XElement temp =
null;
                                string zaBrisanje =
listBox1.SelectedValue.ToString();
                                temp =
NadjiCvor(zaBrisanje);
                                temp.Remove();

                         }catch (Exception ex1) {
                                HtmlPage.Window.Alert("MORATE ODABRATI
PITANJE ZA BRISANJE!!!");
                                }
                }
```

IV. DOGAĐAJI

Događaji su korišćeni da povežu metode u logičke celine koje predstavljaju neku operaciju a potom su ti događaji dodeljeni odgovarajućim kontrolama na formi. Za potrebe aplikacije je napravljen sledeći niz događaja:

```
1. private void btnSnimi_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
2. private void btnZapisi_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
3. private void btnReset_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
4. private void btnOtvori_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
5. private void btnNovi_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
6. private void btnObrisi_Click(object
   sender, RoutedEventArgs e)
7. private void
   listBox2_SelectionChanged(object
   sender, SelectionChangedEventArgs e)
```

Sada ćemo preći na detaljniji pregled dogadjaja.

1. Događaj private void btnSnimi_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj poziva metod SnimiXML() i ako je vraćena vrednost true, poziva metode ResetujKontrole(), ResetujLB(), BlokirajKomponente() kako bi vratio formu na početno stanje. Događaj je dodeljen dugmetu Snimi. Kompletan kod dogadjaja:

```
        private void
btnSnimi_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
                if (SnimiXML())
                {
                        ResetujLB();
                        ResetujKontrole();

BlokirajKomponente();
                }
        }
```

2. Događaj private void btnZapisi_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj poziva metod GenerisiXML() i ako je vraćena vrednost true, poziva metode ResetujKontrole(), ResetujLB(), PrikaziLB() kako bi pripremio polja za novi

unos i osvežio listu pitanja. Događaj je vezan za dugme Zapisi. Kompletan kod dogadjaja:

```
private void btnZapisi_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
  if (GenerisiXML())
    {
      ResetujKontrole();
      ResetujLB();
      PrikaziLB();

                    }
              }
```

3. Događaj private void btnReset_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj poziva metod ResetujKontrole(). Događaj je dodeljen dugmetu Resetuj. Korisno je u slučaju kada želimo da ispočetka krenemo pisanje pitanja jer eliminiše potrebu da ručno brišemo polje po polje na formi. Kompletan kod dogadjaja:

```
private void btnReset_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
                    ResetujKontrole();
              }
```

4. Događaj private void btnOtvori_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj poziva metod OtvoriXML() i ako je datoteka uspešno otvorena, metodama ResetujLB(), PrikaziLB(), OdblokirajKomponente(), ResetujKontrole() priprema formu za obradu otvorene datoteke. Događaj je dodeljen dugmetu Otvori. Kompletan kod dogadjaja:

```
private void btnOtvori_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
  if (OtvoriXML()) {
           ResetujLB();
           PrikaziLB();

       OdblokirajKomponente();
         ResetujKontrole();
                    }
              }
```

5. Događaj private void btnNovi_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj poziva metod NoviXML() i metodima ResetujLB(), ResetujKontrole() i OdblokirajKomponente() priprema formu za obradu nove datoteke. Događaj je dodeljen dugmetu Novi. Kompletan kod dogadjaja:

```
private void btnNovi_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
                    NoviXML();
                    ResetujLB();
                    ResetujKontrole();
                    OdblokirajKomponente();

              }
```

6. Događaj private void btnObrisi_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

Ovaj događaj metodom ObrisiPitanje() uklanja pitanje iz polja kvizDoc, a potom kombinacijom metoda ResetujLB() i PrikaziLB() osveži listu pitanja. Događaj je dodeljen dugmetu Obrisi. Kompletan kod dogadjaja:

```
private void btnObrisi_Click(object sender,
RoutedEventArgs e) {
                    ObrisiPitanje();
                    ResetujLB();
                    PrikaziLB();

              }
```

7. Događaj private void listBox2_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)

Ovaj događaj omogućava da se selektovanjem nekog pitanja iz liste to pitanje učita u polja za unos i time se dozvoli modifikacija pojedinih segmenata tog pitanja (težina pitanja, tačan odgovor…) Kompletan kod dogadjaja:

```
private void listBox1_SelectionChanged(object
sender, SelectionChangedEventArgs e) {
            try
            {
                string selektovan =
listBox1.SelectedValue.ToString();
                XElement temp =
NadjiCvor(selektovan);
                textBox1.Text =
temp.Element("tekst").Value;
                textBox2.Text =
temp.Element("odgovor1").Value;
                textBox3.Text =
temp.Element("odgovor2").Value;
                textBox4.Text =
temp.Element("odgovor3").Value;
                textBox5.Text =
temp.Element("odgovor4").Value;
                textBox6.Text =
temp.Element("tacan").Value;
                textBox7.Text =
temp.Attribute("tezina").Value;
            }
            catch (Exception ex2) { }
        }
```

V. ZAKLJUČAK

Iz dosada izloženog odmah se vidi da je programiranje u jeziku C# postalo jako interesantno i učenicima koji su od ove školske godine počeli da uče programski jezik C#, a među njima ima i onih koji su se više interesovali za rad na konkretnim problemima kao što je ovaj kviz, i ti učenici su takođe dali doprinos u realizaciji ove aplikacije. Rad sa učenicima se odvijao kroz sekciju iz računarstva i informatike našeg informatičkog društva infoWARE i uz pomoć dobronamernih saveta nekih kolega koji su bili konsultovani da dovedu do rešenja ovog projekta. Sama aplikacija prikazana je na Danu škole, gde su učenici imali priliku da se takmiče u znanju iz skoro svih predmeta u nastavi.

ZAHVALNICA

Na kraju ovoga rada autori se zahvaljuju Knjaževačkoj gimnaziji, posebno direktoru na razumevanju i pružanju potrebne podrške da istrajemo do kraja. Jedan deo autora je zahvalan i profesorima Elektronskog fakultetau Nišu koji su nas naucili da razmišljamo o problemima, i da ih rešavama na jedan kreativni način, podarili nam dovoljno znanja o programiranju i primeni novih IT tehnologija.

LITERATURA

[1] J. Hill, J. A. Brannen, "briljantno HTML5 I CSS3", Srbija, 2011, pp. 251-266.

[2] www.w3schools.com, "HTML and CSS and XML"

[3] Andrew Moore*, Visual Studio 2010 All-in-One For Dummies*

[4] John Sharp, *Microsoft Visual C# 2008 Step by Step, Microsoft Press*

[5] *"Mala škola programiranja C#", Microsoft Srbija*

[6] *www.msdn.com*

[7] *www.silverlightshow.net*

Programiranje LED kocke pomoću Raspberry mikroračunara

Andrija Kostić, Dejan Aleksić

Sadržaj – Mikroračunari su još od svog pojavljivanja pomerili granice tehnoloških mogućnosti. U ovom radu je izložen skroman primer korišćenja Raspberry Pi[1] mikroračunara za upravljanje elektronskim sklopom čiji je cilj paljenje i gašenje 512 dioda, koje su zajedno raspoređene tako da formiraju LED (*Light-emitting diode*) kocku.

I. Uvod

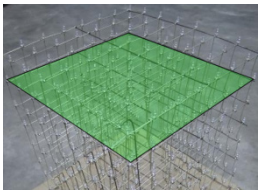
Otkako je došlo do pojave mikroračunara, i razvojnih platformi, poput TMS100, Arduino, Raspberry Pi i mnogih drugih, otvorili su se potpuno novi horizonti mogućnosti upravljanja različitim elektronskim uređajima. Cilj ovog rada jeste, pre svega prikaz osnovnih metoda programiranja Raspberry Pi mikroračunara, korišćenje istog za upravljanje različitim elektronskim sklopovima i njihovom simulacijom u Proteusu, razvojnom platformom kompanije Labcenter Electronics-a.

II. Opis sistema

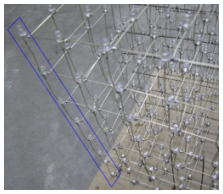
Sistem se sastoji od dve glavne komponente, *hardverske* i *softverske*. U skup hardverskih komponenti spadaju *LED kocka, upravljačka elektronika* i *RaspberryPi*. Dok u softver spada *programska podrška*, tj. kod napisan, u ovom slučaju u C programskom jeziku.

III. LED kocka

LED kocka je napravljena od ukupno 512 led dioda, organizovanih kao što je prikazano na slici 1. *(a)* i *(b)*. Katode dioda su povezane međusobno na svakom od slojeva, te imaju zajedničku katodu, slika 1 *(a)*, a anode dioda su povezane međusobno po vertikali, slika 1 *(b)*. Prednost i mana ovakvog načina povezivanja će biti spomenuta kasnije u zaključku.



Slika 1. (a)



Slika .1 (b)

A.Kostić, student I godine astrofizike Matematičkog fakulteta u Beogradu, Studentski trg 16, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: kole11koska@gmail.com

dr D.Aleksić, docent na Prirodno matematičkom fakultetu u Nišu, Višegradska 33, 18000 Niš, Srbija, E-mail: dejan_aleksic@yahoo.com

[1] Zvanični sajt Raspberry Pi fondacije : *http://www.raspberrypi.org*

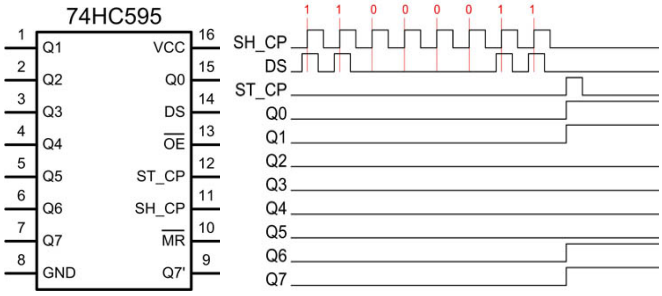
IV. Upravljačka ploča

Nakon konstrukcije kocke potrebno je povezati svaku od dioda na odgovarajuće konektore, koji su povezani sa šift registrima, u ovom slučaju 74HC595 [1] šift registrima, koji su pak povezani na Raspberry, ponovo, pomoću konektora. Naravno, organizija elektronskih komponenti uveliko kontroliše mogućnost nezavisnog paljenja i gašenja dioda u različitim slojevima kocke. Prilikom prenosa podataka sa Raspberry-a do dioda potrebno je pre svega povezati Raspberry sa ostatkom elektronskog kola. Za ovo je korišćen ID konektor. A zatim, potrebno je podići napon na odgovarajućim pinovima 74HC595 šift registara zaduženih za željeni sloj i diodu. Da bi se razumela distribucija podataka potrebno je razumeti način funkcionisanja ove dve komponente.

A. Šift registar 74HC595

Šift registar 74HC595 je *Si-gate CMOS (Complementary metal-oxide semiconductor)* kolo, koji poseduje ukupno 16 pinova. Dakle, poseduje 8-bitni bafer registar i 8-bitni šift registar. Na slici 2. *(b)* je prikazana je sekvenca upisivanja podataka u bafer i slanja podataka kroz šift registar na konektor, koji je povezan sa data pinovima.

SH_CP predstavlja takt, čija frekvencija diktira brzinu serijskog učitavanja podataka sa data pinova (Q0,Q1, ..,Q7). Na DS pin se dovode podaci koje treba upisati u bafer. Prilikom podizanja/spuštanja napona na takt pinu, dolazi do skladištenja vrednosti napona na DS pina u 8-bitni bafer registar, a nakon toga dolazi do šiftovanja vrednosti na prvi sledeći slobodan deo bafer registra. Nakon što se popuni ceo 8-bitni bafer registar podiže se napon na ST_CP pinu, te se prilikom toga prenose podaci iz bafera u šift registar.



Slika 2.

(a) Šift registar 74HC595

(b) Distribucija podataka

Pošto je kocka konstruisana od 512 dioda, 8x8x8 dioda, potrebno je povezati diode na 8 šift registara sa još jednim dodatnim, koji kontroliše biranje sloja kocke.

Komunikacija između šift registara i dioda osposobljena je uz pomoć CON 1 i CON 2 konektora (slika 5) za anode dioda, a preko CON L za komunikaciju sa katodama dioda. Potrebno je napomenuti da je za održavanje konstantnog sjaja svake od dioda, neophodno drajvovati (drive) date diode [2].

V. RASPBERRY PI

Raspberry Pi pripada grupi *single-board-kompjutera*, poput Arduina, RioTboard, etc. , što znači da na sebi sadrži mikroprocesor, I/O pinove, memoriju i ostale komponente koje sadrži svaki konvencionalni kompjuter. Razvijen je od strane *Raspberry Pi Foundation* organizacije u Engleskoj, sa namerom podučavanja o osnovama kompjuterske logike u školama.

Najraniji koncepti Raspberry-a počivaju još od 2006. godine i baziraju se na modelu Atmel ATmega644[2] mikroračunara.

Postoje dve verzije Raspberry Pi-a, Model A i Model B. Model B ima jedan dodatni USB port kao i 10/100 Eternet kontroler. Model B je korišćen pri izradi ovog projekta. Radi poređenja, Broadcom-ov SoC [3] (*System on a Chip*), integrisano kolo, koje sadrži sve komponente tradicionalnog kompjutera na jednom čipu, je isti kao i kod starijih smartphone-ova (Android, iPhone). Prilikom rada na 700 MHz, Raspberry dostiže 0.041 GFLOP (*Giga Floating-point Operations Per Second*), tj. na nivou CPU jedinice dostiže performanse Pentium II iz perioda 1997-1999, a na nivou GPU jedinice dostiže performanse Xbox-a iz 2001. Komunikacija između Raspberry Pi-a i šift registara se odvija preko I/O pinova na Raspberry Pi-u. Raspberry ima 26 GPIO (*General Purpouse I/O*) pinova. Da bi se manipulacija pinovima u programu olakšala, korišćena je biblioteka *WiringPi – GPIO Interface Library for the Raspberry Pi* [4]. Na tabeli ispod je prikazan raspored signala na glavnom GPIO konektoru. Prikaz inicijalizacije i korišćenja biblioteke *Wiring Pi* prikazana je na slici 4.

P1: The Main GPIO connector

WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header		Name	BCM GPIO	WiringPi Pin
		3.3v	1	2	5v		
8	Rv1:0 - Rv2:2	SDA	3	4	5v		
9	Rv1:1 - Rv2:3	SCL	5	6	0v		
7	4	GPIO7	7	8	TxD	14	15
		0v	9	10	RxD	15	16
0	17	GPIO0	11	12	GPIO1	18	1
2	Rv1:21 - Rv2:27	GPIO2	13	14	0v		
3	22	GPIO3	15	16	GPIO4	23	4
		3.3v	17	18	GPIO5	24	5
12	10	MOSI	19	20	0v		
13	9	MISO	21	22	GPIO6	25	6
14	11	SCLK	23	24	CE0	8	10
		0v	25	26	CE1	7	11
WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header		Name	BCM GPIO	WiringPi Pin

Slika 3 – Prikaz rasporeda pinova na glavnom GPIO konektoru Raspberry Pi-a

```
#include <wiringPi.h>
*
*
Int main(){
wiringPiSetup();

** Inicijalizacija pinova
pinMode(Broj Pina1, OUTPUT/INPUT);
pinMode(Broj Pina2, OUTPUT/INPUT);
*
*
return 0;
}
```

Slika 4 - Prikaz inicijalizacije pinova i korišćenje biblioteke WiringPi

Prednost Raspberry-a u odnosu na Arduino i slične sisteme jeste mogućnost instalacije operativnog sistema na samom Raspberry-u. U ovom slučaju je korišćen Debian Linux OS (operativni sistem). Dakle moguće je koristiti bilo kakvu platformu za programiranje koju ovaj OS podržava. Ono što je vrlo prikladno kod određenih verzija Lazarus-a, jeste što je moguće programirati na Windows OS i imati iste rezultate nakon kompajliranja i na Windows-u i na Linux-u. Ono što ne ide u prilog Raspberry-u u odnosu na Arduino je upravo samo prisustvo OS-a, jer usporava rad mikroračunara. Arduino nema OS na sebi, već se komunikacija sa njim vrši preko platforme za Arduino u kojoj je moguće napisati program i poslati na Arduino preko USB porta. Ovakav pristup omogućava dosta brže izvršavanje operacija, ali ne daje ogromnu količinu interface-a, kao Raspberry.

VI. SIMULACIJA U PROTEUSU

Pre nego što je bilo moguće baviti se direktnim programiranjem Rasberry-ja, koji je povezan sa LED kockom bilo je potrebno isprojektovati upravljačku elektroniku za paljenje LED na kocki. U ovu svrhu je iskorišćena platforma razvijena od strane LabCenterElectronics-a, Proteus. Nakon projektovanja, električna šema upravljačke elektronike i njen rad validiran je korišćenjem simulatora ugrađenog u samom Proteus-u. Zatim je projektovan izgled štampane ploče, raspored komponenti i veza opet korišćenjem odgovarajućih modula iz programskog paketa Proteus. Kompletna električna šema upravljačke elektronike je na slici iz dodatka A.

[2] O modelu Atmega na *http://en.wikipedia.org/wiki/ATmega#Basic_families*

VII. PROGRAMSKA PODRŠKA

U ovom poglavlju će biti prikazana dva algoritma, zajedno sa samim kodom koji je ispisan u programskom jeziku C. Pošto je u prethodnom poglavlju prikazano kako se koristi i inicijalizuje biblioteka WiringPi, kao i inicijalizacija pinova, potrebno je pored toga napomenuti kako se vrši prenos podataka u šift registrima 74HC595 u samom kodu.

```
void send_data (Sloj, Kolona1,..Kolona8)
{
   digitalWrite(latch, LOW);
//Spuštanje napona na 0 za Latch
   digitalWrite(clock, LOW);
//Spuštanje napona na 0 za Clock
   for(i=0;i<8;i++){
//Upis u 8-bitni bafer šift registra za
slojeve i kolone

   digitalWrite(clock,HIGH); //Podizanje
napona na Clock-u
   digitalWrite(clock,LOW);
   }
   digitalWrite(latch,HIGH);
} //Transfer podataka na LED kocku
```

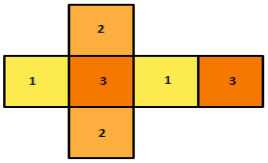
Prenos podataka u šift registar

Promenljive `Sloj`, `Kolona1`, `Kolona2`, ..., `Kolona8`, služe za odabir željenog sloja i diode na zadatom sloju[3], respektivno. U `for` petlji se serijski "upisuje" sadržaj bafer šift registra čime se bira sloj i dioda u tom sloju

```
for(i=0;i<shift;i++){
     dd1=c595_Layer<<i;
     if(dd1&0x80)
       digitalWrite(data_bit_c595_Layer,
HIGH);
     else
       digitalWrite(data_bit_c595_Layer,
LOW);
                    ***
    }
```

A. Bouncing plane effect

Bouncing Plane effect (Efekat "odbijajuće" ravni) ima kao cilj da stvori iluziju odbijanja jednog kvadrata, koji predstavlja 64 istovremeno upaljenih dioda, od donje i gornje, prednje i zadnje, desne i leve strane kocke(slika 5).



1 – Prednja i zadnja strana

2 – Leva i desna strana

3 – Gornja i donja strana

Slika 5 – Prikaz strana kocke

[3] Sloj se može zamisliti kao matrica 8x8 te je potrebno imati dve promenljive za odabir kolone i vrste u matrici, da bi se upalila željena dioda

```
void BouncingPlane(){
  while(i<BrojIteracija){
   Kolona1=Kolona2=..=Kolona8=255;
   Sloj=L1; //Prvi Sloj
   for(j=0;j<8;j++){
    send_data(Sloj,Kolona1,..,Kolona8);
    Sloj=Sledeći Sloj;
   }
                    ***
  //Isti proces samo unazad (odbijanje)
                    ***
   Reset(): // Sve diode se gase
   Sloj=255; Kolona=255;
   send_data(Sloj,Kolona,0,0,..,0);
   send_data(Sloj,0,Kolona,0,..,0);
                    ***
   send_data(Sloj,0,0,0,..,Kolona);
                    ***
   send_data(Sloj,Kolona,0,0,..,0);
  //Naizmenično paljenje celih kolona od
       prve do poslednje i unazad
   X=1; X1=2;
   for(j=0;j<16;j++){
    send_data(Sloj,X,X,..X);
    if(j>6) X/=2;
    else X*=X1;
   }
   i++;
  }
}
```

Ovakav pristup rešavanju problema odbijanja je posledica ograničenosti od strane elektronskih komponenti. Na programeru je da uskladi kod sa mogućnostima elektronskog sistema koji koristi. Nemogućnost paljenja svake diode zasebno u svakom od slojeva predstavljao je osnovni problem. Te prilikom prvog dela efekta:

```
for(j=0;j<8;j++){
  send_data(Sloj,Kolona1,..,Kolona8);
  Sloj=Sledeći Sloj;
}
```

Bilo je moguće jednostavno upaliti sve diode u jednom sloju, paljenjem dioda u svakom od slojeva, i onda samo translatovati taj sloj od poslednjeg do prvog i obratno. Kod sledećeg dela efekta je najlakše bilo ručno namestiti hronološko paljenje kolona, gde se selektuju svi slojevi istovremeno, te se diode na svakom od slojeva na isti način pale (što je ujedno i ograničenje od strane elektronike, više o ovome u VI poglavlju). Kod poslednjeg dela efekta:

```
for(j=0;j<16;j++){
  send_data(Sloj,X,X,..X);
  if(j>6) X/=2;
  else X*=X1;
}
```

Nametnuo se isti problem te je bio potreban ovakav pristup radi formiranja kvadrata od upaljenih dioda sa leve, odnosno desne strane kocke, koji će realizovati isti efekat odbijanja i translacije kao i u prethodnim slučajevima. Translacija se vrši u delu `X/=2` i `X*=X1`.

B. Matrix effect

Ovaj efekat je pokušaj simulacije poznatog *matrix* efekta iz istoimenog filma, ali zbog hardverskih ograničenja nije u potpunosti isti kao i originalni *matrix* efekat.

```
#define L1 = 2^x
#define L2 = 2^(x+1)
..
#define L8 = 2^(x+7)
//Inicijalizacija slojeva u binarnom zapisu
***
for(i=0;i<MaxN;i++)
A[i] = 2^m + 2^n;
//n i m su pseudoslučajni brojevi
    for(i=0; i<Brojiteracija; i++){
        for(j=0; j<N; j++){
         l=0; x=0; layer = L8+L7;
    //Inicijalizacija početnih vrednosti
         while(l<8){
          send_data(Sloj, A[x]..A[x+7]);
          delay(75);
//Pauza od 75 milisekundi nakon send_data operacije
          Sloj = Sledeći Sloj;
          l++; x+=8;
         }
       ***
    //  Na sličnom principu samo od slojeva L1 i L2 do poslednjeg  }
```

VIII. OGRANIČENJA

Jedan od problema prilikom izrade ovakvih projekata je tehničke prirode. Povezivanje LED u kocku na način prikazan na slici 1 *(a)* i *(b)*, onemogućava nezavisno paljenje dioda na svakom od slojeva. Na slici 1 *(b)* se može videti da su anode dioda povezane međusobno po vertikali, što onemogućava nezavisno paljenje dioda na svakom od slojeva kocke. To znači da će prilikom promene konfiguracije upaljenih dioda na jednom sloju, doći do promene i ostalih konfiguracija, na ostalim slojevima, na isti način. Jedan od načina za prevazilaženje ovog problema jeste vrlo rapidno paljenje i gašenje dioda na različitim slojevima, tako da se stvori optička iluzija kontinualne i nezavisne promene paljenja dioda. Ali ovakav način je programerski teži zbog sofisticiranijih metoda organizacije slanja podataka sa pinova Raspberry-ja. Drugo rešenje bi bilo hardverske prirode. Naime, problem bi mogao biti rešen jednostavnim povezivanjem svake od dioda nezavisno na konektore, a potom i na šift registre. Problem bi tada bio u broju veza i konektora, jer za svih 512 dioda bi bilo potrebno 64 šift registra, naspram trenutnih 8.

IX. ZAKLJUČAK

Kao što je pomenuto u prethodnom poglavlju o ograničenjima, vrlo je teško postići optimalni broj elektronskih komponenti i imati relativno jednostavan program koji ih usaglašava međusobno. U ovom radu je pokazano da je moguće biti negde na granici između ove dve mogućnosti. Takođe, ilustrovano je i korišćenje GPIO pinova na Raspbery Pi mikroračunaru u svrhu kontrole celokupnog hardvera. Ovo je realizovano korišćenjem programskog jezika visokog nivoa (C programski jezik) pod Unix operativnim sistemom instaliranim na Raspberry-u. Programiranjem različitih efekata poput onih navedenih u poglavlju VII, moguće je postići određenu složenost u vizuelnim efektima, a opet zadržati najniži mogući broj elektronskih komponenti neophodnih za komunikaciju Raspberry Pi mikroračunara i dioda LED kocke.

ZAHVALNICA

Pri izradi ovog projekta bilo je potrebno obezbediti materijal, isprojektovati upravljačku elektroniku i povezati sve elektronske komponente zajedno na pravi način, te bih se zahvalio dr Dejanu Aleksiću i laborantu dipl. ing. elekt. Žarku Cvetanoviću na pomoću u ovom segmentu izrade projekta. Takođe zahvalio bih se Prirodno matematičkom fakultetu u Nišu i Departmanu za Fiziku na pruženom prostoru za rad.

LITERATURA

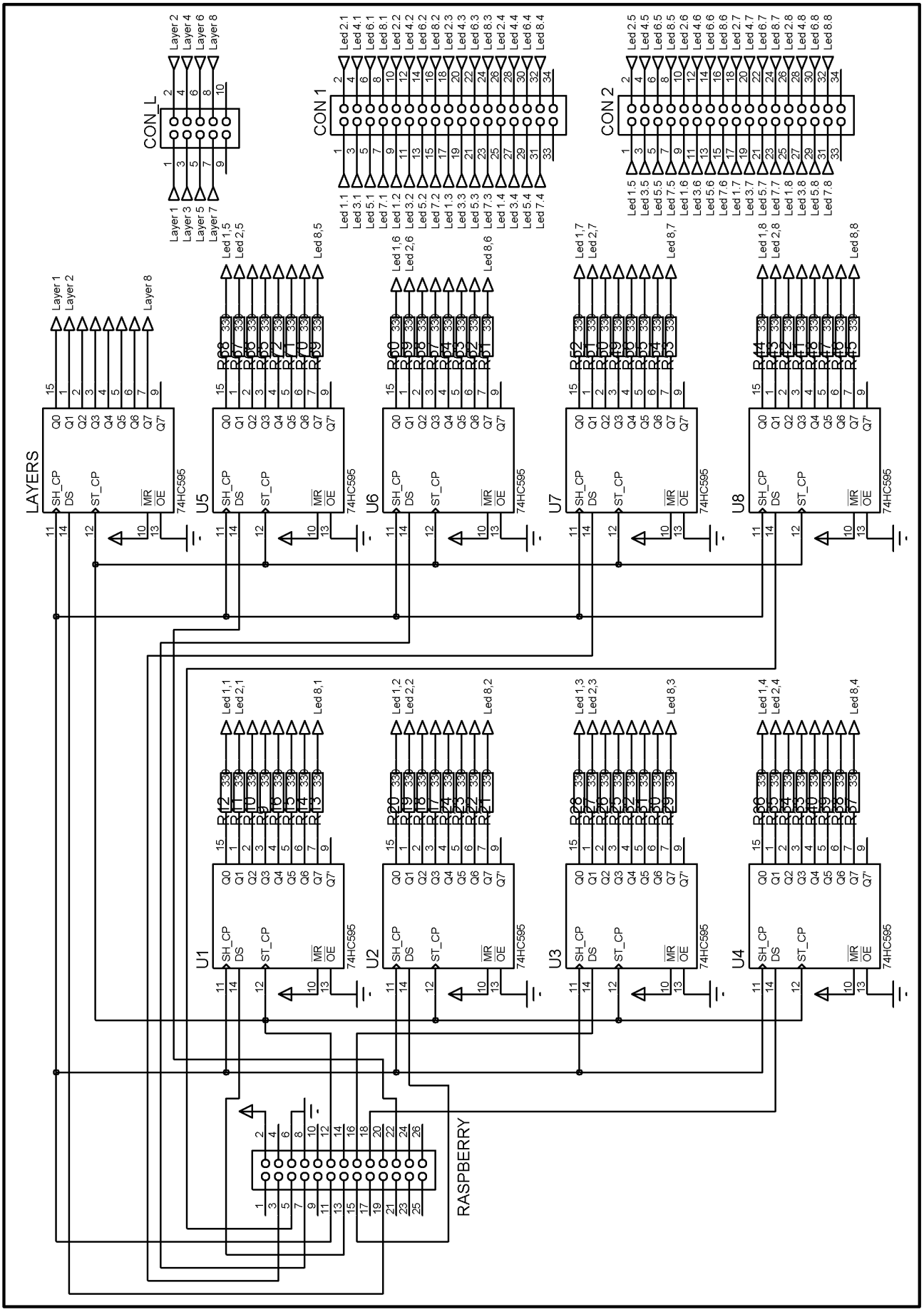
[1] Blog o 74HC595 šift registru [On Line]. Dostupno na: http://www.protostack.com/blog/2010/05/introduction-to-74hc595-shift-register-controlling-16-leds/

[2] Zvanični sajt WavelengthElectronics-a [On Line]. Dostupno na: http://www.teamwavelength.com/info/laserdiodedrivers.php

[3] Sa zvaničnog sajta RaspberryPi-a [On Line]. Dostupno na: http://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/02/BCM2835-ARM-Peripherals.pdf

[4] Zvanični sajt WiringPi biblioteke [On Line]. Dostupno na: http://wiringpi.com/

Dodatak A – Prikaz šeme elektronskog kola simuliranog u Proteusu



Android aplikacija za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha

Uglješa Jovanović, Vladimir Ranđelović, Igor Jovanović

Sadrža – U ovom radu prikazana je Android aplikacija za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha sa razvijenog sistema. Razvijena aplikacija se može instalirati na svaki Android uređaj koji poseduje Bluetooth komunikaciju bilo da se radi o telefonu ili tablet uređaju.

I. UVOD

Osnovni cilj našeg rada bio je kreiranje Android aplikacije koja će vršiti akviziciju podataka preko Bluetooth-a sa razvijenog sistema za merenje teperature i relativne vlažnosti vazduha u realnom vremenu, i biće prikazan u ovom radu. Takođe, aplikacija mora da skladišti dobijene podatke u odgovarajuću bazu podataka na određeni vremenski interval i da iste podatke prikaže u vidu grafika. Još jedna od funkcionalnosti aplikacije je i obaveštavanje korisnika u vidu alarma kada temperatura pređe tj. padne ispod zadatih vrednosti.

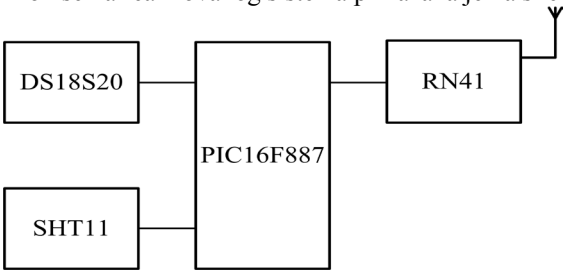
II. STRUKTURA SISTEMA

A. Hardver

Razvijena aplikacija vrši akviziciju podataka sa specijalno razvijenog sistema za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha sličnog sistemu prezentovanom u radu [1]. Razvijeni sistem sadrži:

- Mikrokontroler PIC16F887;
- Senzor SHT11;
- Senzor DS18S20;
- Bluetooth modul RN41.

Blok šema realizovanog sistema prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema razvijenog sistema

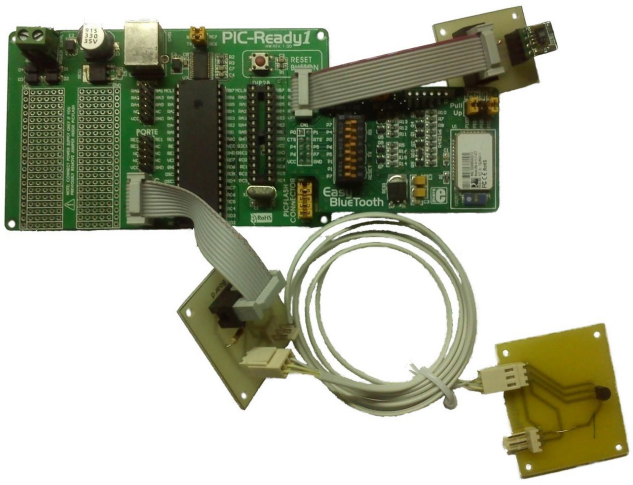
Uglješa Jovanović, Vladimir Ranđelović i Igor Jovanović su sa Elektronskog fakulteta, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: ugljesa.jovanovic@elfak.ni.ac.rs

Senzor SHT11 je proizvod firme *Sensrion*, namenjen za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha. Sastoji se od senzorskih elemenata i kola za obradu signala, a na izlazu daje potpuno kalibrisane digitalne podatke. Oba senzorska elementa povezana su na integrisani analogno-digitalni (AD) konvertor, a odatle na serijski interfejs. Svi senzori SHT11 se isporučuju fabrički kalibrisani u specijalnoj laboratoriji [2].

DS18S20 je 9-bitni digitalni senzor za merenje temperature firme *Dallas*. Komunikacija se izvodi preko 1-Wire magistrale koja zahteva samo jednu liniju za podatke za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Svaki senzor ovog tipa poseduje jedinstveni 64-bitni serijski broj, koji omogućava višestruki broj senzora na istoj 1-Wire magistrali, čime obuhvata širok spektar primena u kojima se može koristiti. Moguće je dobiti 12-bitnu pomoću registara COUNT REMAIN i COUNT PER °C iz scratchpad memorije senzora pomoću odgovarajuće jednačine [3].

Oba senzora su fabrički kalibrisana i nalaze primenu u preciznim mernim sistema od kojih su neki prezentovani u radovima [4, 5]. Imajući to u vidu kao i njihovu nisku predstavljaju odličan izbor za realizaciju mernog sistema prezentovanog u ovom radu.

Na slici 2 prikazan je izgled realizovanog sistema za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha.



Slika 2. Izgled realizovanog sistema

Po uključenju sistema, mikrokontroler čeka signal sa Android uređaja za uspostaviljanje Bluetooth komunikacije. Aplikacija automatski uključuje Bluetooth

modul u Android uređaju nakon čega se povezuje na realizovani sistem korišćenjem MAC adrese sa RN41 Bluetooth modula. Po uspostavljanju veze između sistema i Android uređaja, mikrokontroler šalje šest bajtova svake sekunde. Prva dva bajta predstavljaju temperaturu sa senzora DS18S20, druga dva bajta temperaturu sa senzora SHT11, dok zadnja dva bajta predstavljaju relativnu vlažnost vazduha sa senzora SHT11.

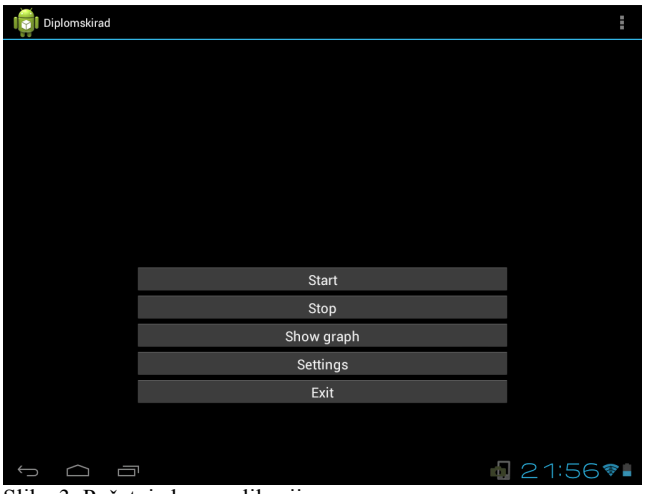
B. Softver

Obradom po dva bajta od svake merene veličine dobijaju se vrednosti koje se prikazuju na glavnom ekranu Android aplikacije u realnom vremenu. Da bi to bilo moguće prikazati koriste se dve niti od kojih prva prikuplja podatke (šest bajtova) i stavlja ih u lančanu listu.

Za ubacivanje podataka u bazu koristi se SQLite koji implementira većinu SQL-92 standarda. Za crtanje grafika izmerenih vrednosti korišćena je gotova biblioteka na Androidu pod nazivom Achartengine. U samoj biblioteci postoji više tipova grafika od kojih su korišćena dva, *TimeChart* i *RangeBarChart*. Prvi se koristi za crtanje grafika izmerenih vrednosti u zavisnosti od vremena (24h), a drugi da prikaže opseg kretanja temperature za svaki dan u oređenom mesecu u godini.

Sledeća bitna karakteristika aplikacije jeste generisanje vizuelne i zvučne notifikacije kada temperatura pređe neku određenu vrednost, ili kada padne ispod neke određene vrednosti.

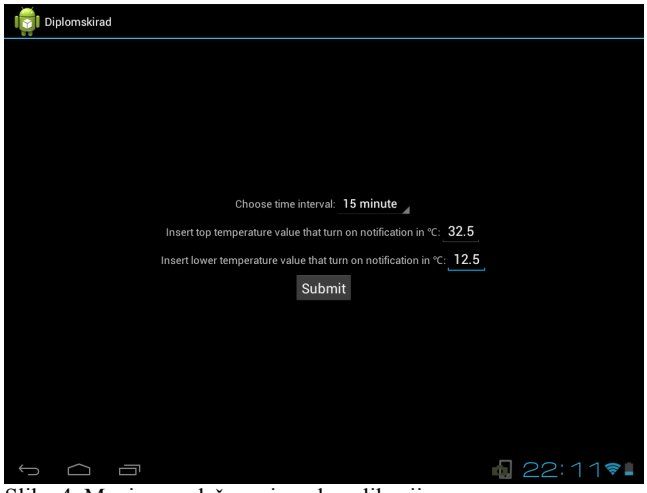
Početni meni razvijene aplikacije se sastoji od 5 komandi i prikazan je na slici 3.



Slika 3. Početni ekran aplikacije

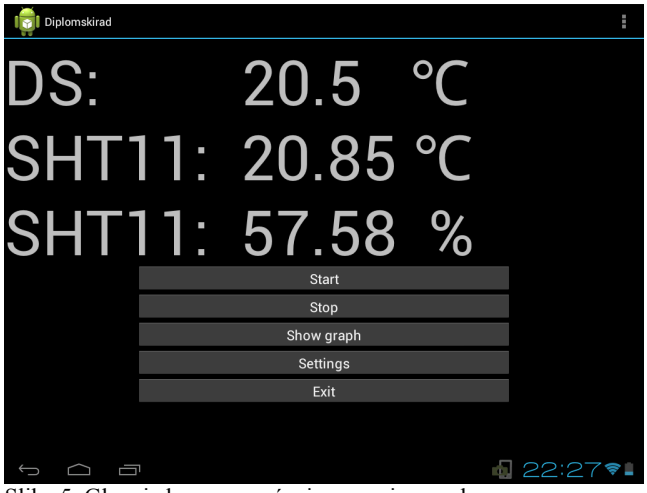
Klikom na dugme *Settings* otvara se meni za manualno podešavanje 3 parametra aplikacije (slika 4) i to su:

- Vremenski interval na koji će da se smeštaju podaci u bazu;
- Vrednost temperature iznad koje se aktivira alarm;
- Vrednost temperature ispod koje se aktivira alarm.



Slika 4. Meni za podešavanje rada aplikacije

Klikom na dugme *Start*, u meniju sa slike 3, startuje se praćenje temperature i relativne vlažnosti vazduha sa senzora DS18S20 i SHT11. Izmerene vrednosti se prikazuju u realnom vremenu u gornjem delu ekrana kao što je prikazano na slici 5.

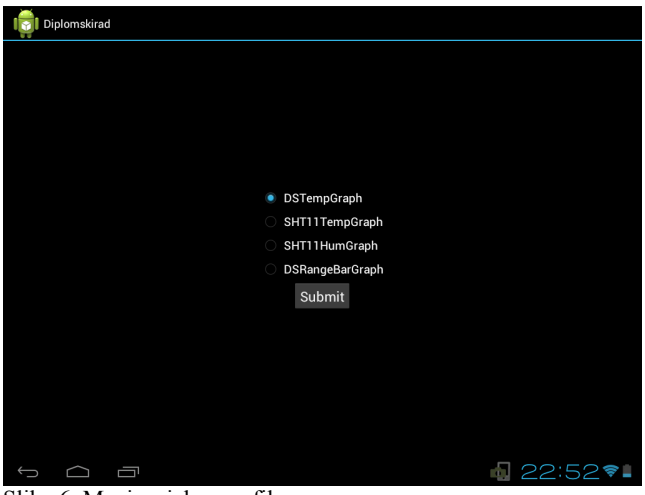


Slika 5. Glavni ekran za praćenje merenja u realnom vremenu

Klikom na dugme *Stop* prikaz vrednosti u realnom vremenu se prekida i na ekranu ostaju prikazane poslednje vrednosti dobijene sa senzora.

Klikom na dugme *Show graph* otvara se meni za grafički prikaz izmerenih vrednosti smeštenih u bazi. Kao što se vidi na slici 6, postoje četiri tipa grafika koji se mogu prikazati. To su:

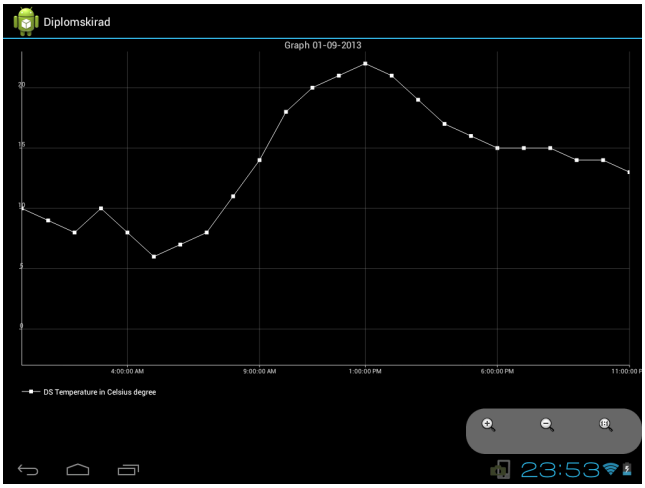
- *DSTempGraph* – temperatura sa DS18S20;
- *SHT11TempGraph* – temperatura sa SHT11;
- *SHT11HumGraph* – relativna vlažnost vazduha sa SHT11;
- *DSRangeBarGraph* – temperatura sa senzora DS18S20 po opsegu za svaki dan u izabranom mesecu.



Slika 6. Meni za izbor grafika

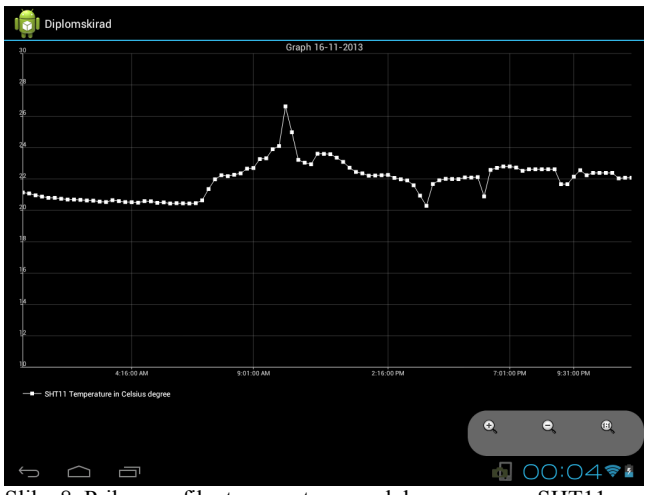
Izborom jednog od prva tri ponuđena grafika sa slike 6 potrebno je odabrati mesec i godinu za koje se prikazuje grafik. Nakon odabira meseca i godine potrebno je odabrati želejni dan u mesecu za koji pre svega podaci moraju biti dostupni u bazi što se reguliše tako što aplikacija prikazuje samo datume za koje poseduje merenja i tako iscrtati grafik. Nakon odabira datuma, izabrani grafik se automatski prikazuje u novom ekranu.

Na slici 7 prikazan je grafik izmerene temperature vazduha sa senzora DS18S20 za 01.09.2013.



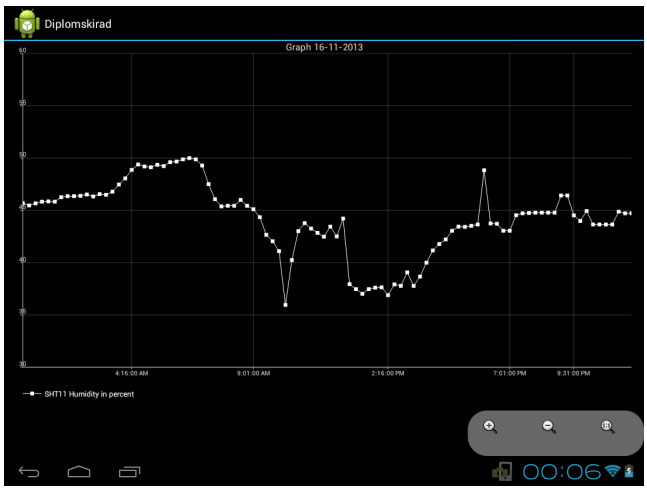
Slika 7. Prikaz grafika temperature vazduha sa senzora DS18S20

Na slici 8 prikazan je grafik izmerene temperature vazduha sa senzora SHT11 za 16.11.2013.



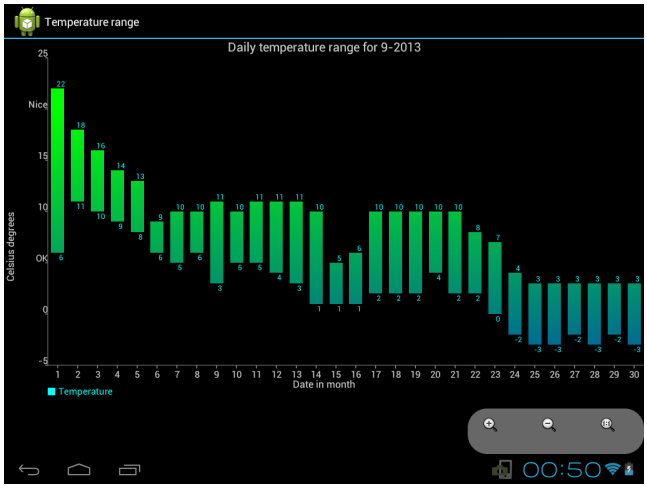
Slika 8. Prikaz grafika temperature vazduha sa senzora SHT11

Na slici 9 prikazan je grafik relativne vlažnosti vazduha za 16.11.2013.



Slika 9. Prikaz grafika relativne vlažnosti vazduha

Na slici 10 prikazan je grafik *DSRangeBarGraph* za septembar 2013. godine.

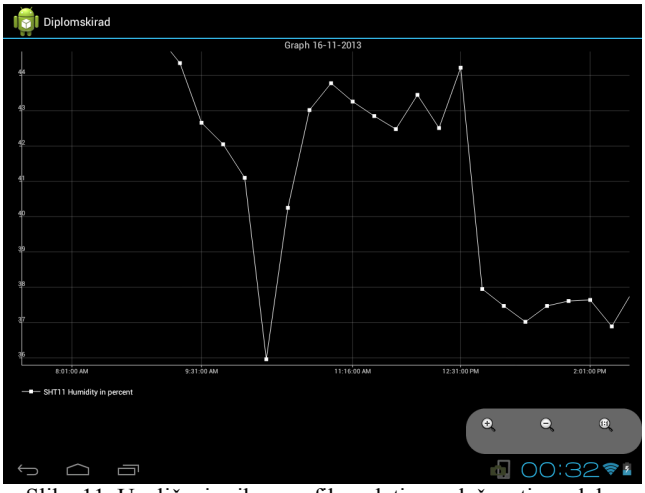


Slika 10. *DSRangeBarGraph* za septembar 2013. godine

Sa slika 7, 8 i 9 može se videti da u zavisnosti od vremenskog intervala podešenog u *Settings* meniju, prikazani grafici imaju veći broj tačaka što je vremenski interval kraći pa su samim tim i precizniji.

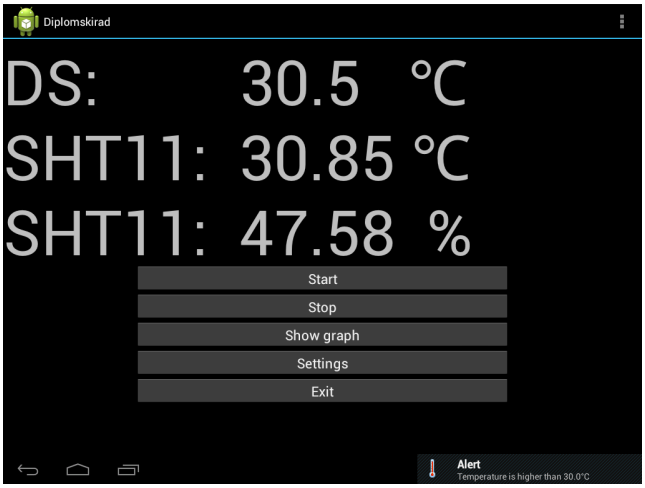
Korisniku je ostavljena mogućnost da uveliča, umanji ili resetuje prikaz grafika pomoću komandi koje su smeštene u donjem desnom uglu svih grafika čime se dodatno olakšava analiza merenja.

Na slici 11 prikazan je uveličani deo grafika relativne vlažnosti vazduha sa slike 9.



Slika 11. Uveličani prikaz grafika relativne vlažnosti vazduha

Na slikama 12 i 13 prikazan je glavni ekran aplikacije sa aktiviranim alarmima i to za temeperaturu iznad 30°C i temperaturu ispod 5°C.

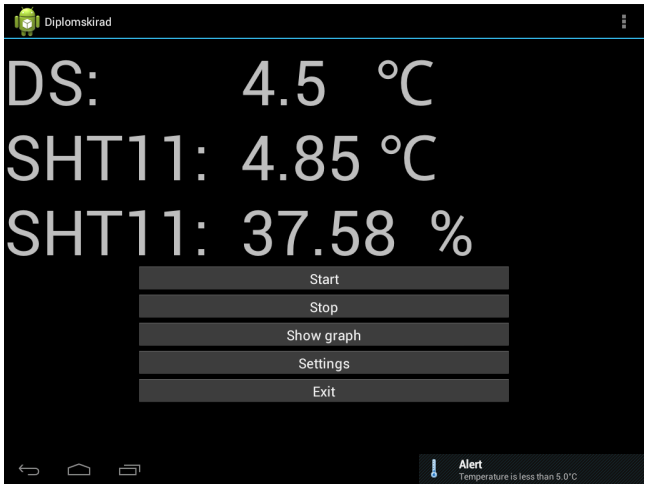


Slika 12. Notifikacija na temperaturu veću od 30ºC

Treba naglasiti da se pored vizuelnog obaveštenja oglašava i zvučno čime se korisniku dodatno skreće pažnja.

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena je Android aplikacija za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha koja komunicira sa razvijenim sistemom putem Bluetooth komunikacije. Primenom predloženog rešenja moguće je meriti temperaturu na udaljenom mestu korišćenjem komercijalnih Android mobilnih telefona.



Slika 13. Notifikacija na temperaturu manju od 5ºC

Dalje aktivnosti u nadogradnji predloženog rešenja obuhvataće prebacivanje sa Bluetooth komunikacije na Wi-Fi komunikaciju čime bi se znatno proširio broj podržanih Android uređaja na kojima bi aplikacija mogla da radi. Predloženo rešenje se može nadograditi pomoću dodatnih senzora za npr. pritisak vazduha, intezitet padavina, brzinu i smer vetra čime bi se dobila kompletna meteorološka stanica.

ZAHVALNICA

Istraživanje predstavljeno u ovom radu je finansirano od strane Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru projekta TR33035.

REFERENCE

[1] A. Žorić, Đ. Perišić, S. Obradović, "Portable Multisensor Acquisition And Control System", in *Proc. International Scientific Conference UNITECH 10*, Gabrovo, 2010, pp. I-183-187.

[2] SHT1x/SHT7x Humidity and Temperature Sensor, Sensirion, Datasheet 2003.

[3] DS18S20, High-Precision 1-Wire Digital Thermometer, Maxim-IC, Datasheet 2010.

[4] M. A. M. Bohorquez , J. M. E. Gomez, J. M. A. Marquez, "A new and inexpensive temperature-measuring system: Application to photovoltaic solar facilities", *Solar Energy*, 2009, vol. 83, pp. 883-890.

[5] M. Srbinovska, C. Gavrovski, V. Dimcev, A. Krkoleva, V. Borozan, "Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks", *Journal of Cleaner Production*, 2014, vol. xxx, pp. 1-1

Realizacija aktivnog filtra za primenu u obradi elektrokardiografskih signala

Aleksandra Milošević, Darko Stanković, Stefan Zvijerac

Sadržaj — U ovom radu prikazali smo realizaciju i testiranje filtra koji se koristi u elektrokardiografu za uklanjanje smetnji izazvanih mrežnim šumom od 50 i 60 Hz. Filtar se sastoji od filtra propusnika opsega i dva Notch filtra koji se mogu birati zavisno od željene granične frekvencije.

I. UVOD

Zadatak ovog projekta je realizacija filtra za korišćenje u elektrokardiografu. Ovde se filtri koriste za uklanjanje specifičnih frekvencijskih komponenti, šuma mrežnog napona (50 ili 60 Hz) i njegovih harmoničnih komponenti. Elektrokardiograf se koristi u medicini i služi za merenje električne aktivnosti srca. EKG je jako koristan u proučavanju ponašanja srca i u otkrivanju i dijagnostikovanju potencionalnih problema u radu srca. Dobro poznati i naučno dokumentovani problem generalno vezan za EKG je šum mrežnog napona koji ima frekvenciju od 50 i 60 Hz koji se javlja zbog povezanosti napojnih grana u elektrokardiografu. Kako se šum javlja na frekvenciji od 50 i 60 Hz, najbolji izbor za filtriranje ovih smetnji predstavlja Notch filtar, čiji se Notch javlja na ovim frekvencijama. Koristićemo LT spice za simulaciju filtra i realizovati filtar koji zadovoljava tražene rezultate na raster ploči korišćenjem integrisanih kola i diskretnih pasivnih komponenti.

II. NOTCH FILTRI

Filtar nepropusnik opsega u opštem slučaju predstavlja filtar koji propušta većinu frekvencija netaknute, ali slabi one u specifičnom opsegu. Specifična varijanta filtra nepropusnika opsega je Notch filtar koji ima jako uzak nepropusni opseg a samim tim i visoki faktor dobrote Q. Notch filtar nalazi primenu u veoma velikom opsegu uređaja, od audio predpojačala akustičnih uređaja do upotrebe u medicinskim uređajima kao što je elektrokardiograf. Postoji nekoliko tipova Notch filtra, a najčešće se mogu sresti: Twin-T Notch, Bainter Notch, Boctor Notch i „1-Bandpass“ Notch. Posle detaljne analize karakteristika svakog od ovih filtara odlučili smo se za Bainter Notch filtar, pre svega zbog njegove jednostavnosti i jako zadovoljavajućih karakteristika. Zadovoljavajuće karakteristike koje izdvajaju ovaj filtar, pored jednostavnosti, su i veoma nizak nepropusni opseg, veliko slabljenje na traženoj frekvenciji i mogućnost lakog proračuna komponentnih vrednosti što omogućava precizan izbor granične frekvencije. Na Web portalu *www.changpuak.ch* u sekciji *electronics* pronašli smo jako koristan kalkulator [3] Bainter Notch filtra koji nam je pomogao u odabiru vrednosti komponenti i dao detaljan prikaz kola koje smo mi kasnije iskoristili i vezali serijski sa filtrom propusnikom opsega da bismo dobili željeni filtar. Kalkulator je jako jednostavan za upotrebu i daje tražene rezultate u veoma kratkom roku. U polja kalkulatora potrebno je uneti željene vrednosti centralne frekvencije, Q, otpornika R1 i R2 kao i kondenzatora C1 i C2 a kalkulator će sračunati vrednost preostalih otpornika u kolu.

III. TEORIJSKA OSNOVA

Mnogi sistemi kao što su digitalni TV tjuneri, elektrokardiograf, sistemi za uklanjanje šuma na određenim frekvencijama, zahtevaju eliminaciju ili odbijanje određene frekvencije ili uskog opsega frekvencija. Da bi se ovo ostvarilo došlo se do transfer funkcije sa Notch odzivom koja se može koristiti i u aktivnim i u pasivnim mrežama. Međutim, kola koja su korišćena u prošlosti su zahtevala tačne vrednosti komponenti da bi mogla proizvesti traženu dubinu Notch-a. Nažalost, sa starenjem ali i usled varijacija temperature inicijalne vrednosti kondenzatora ili otpornika se menjaju te dolazi i do promene odnosa odbijanja, koji može pasti sa 60 dB na svega 10 dB čak i kod malih promena inicijalnih vrednosti. Danas, ova potreba za tačnim vrednostima komponenti je eliminisana pojavom aktivnih filtara, kod kojih je Q funkcija pojačanja operacionog pojačavača umesto dosadašnjih tačnih vrednosti komponenti. Notch dubina kod novih kola je konstantna sve dok je pojačanje visoko, čak iako kondenzatori i otpornici variraju.

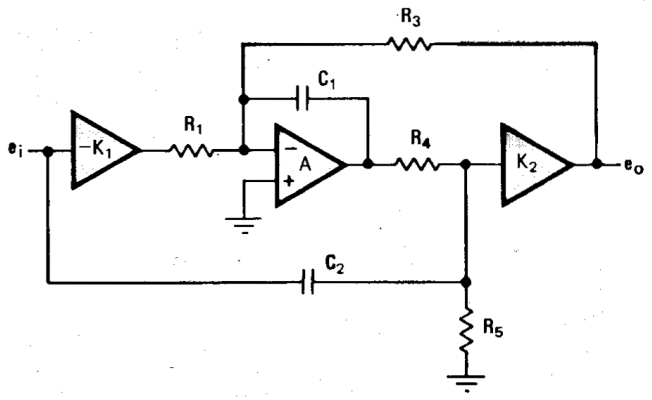
Generalna forma transfer funckije aktivnog filtra je [1]:

$$\frac{e_0}{e_1}(s) = \frac{s^2 + (\omega_z/Q_z)s + \omega_z^2}{s^2 + (\omega_p/Q_p)s + p} \quad (1)$$

gde su ω_z i ω_p kružne frekvencije za nule i polove, a Q_z i Q_p su odgovarajući faktori dobrote. Za beskonačno Q_z koeficijent *s* u brojiocu će biti nula; ovo sugeriše na to da kola

A. Milošević, D. Stanković, S. Zvijerac su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mejlovi: aleksandra.milosevic91@gmail.com, darkostankovic91@gmail.com, stefan.zvijerac.ja@gmail.com).

sa velikim faktorom pojačanja u imeniocu ovog s koeficienta moraju imati visok Q_z. Takvo kolo je prikazano na slici 1.



Sl.1 Realizacija Bainter Notch filtra

Ova kola mogu generisati prave nule na bilo kojim frekvencijama na kojima operacioni pojačavač ima veliko pojačanje. Notch dubina je funkcija pojačanja, a ne odnosa komponenti. Ona predstavlja maksimalno slabljenje koje ima filtar.

Ukoliko je pojačanje operacionog pojačavača A veliko (reda 10^4), Q_z je tada zadato jednačinom :

$$Q_z = \left[\sqrt{\frac{K_1 C_1 A(A+1)}{R_1 R_4 C_2}}\right]\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \tag{2}$$

Takođe, ukoliko je pojačanje operacionog pojačavača veliko (reda 10^4), Q_z je veće od 200. Za tako velike vrednosti A, transfer funkcija kola sa slike 1. je efektivno:

$$\frac{e_0}{e_i}(s) = K_2\frac{s^2 + [K_1/(R_1 R_4 C_1 C_2]}{s^2 + \left[\frac{s(R_4+R_5)}{(C_2 R_4 R_5)}\right] + \frac{K_2}{(R_3 R_4 C_1 C_2)}} \tag{3}$$

Kako jednačina nema *s* u brojiocu, prenosna funkcija ima duboki Notch na frekvenciji koja je zadata kao:

$$\omega_z^2 = \frac{K_1}{R_1 R_4 C_1 C_2} \tag{4}$$

Notch frekvencija se može pomerati ukoliko se promene komponentne vrednosti, ali dubina Notch-a neće biti pogođena tom promenom.

Jednačina (3) pokazuje da su frekvencije nula i polova, i Q_p, za kolo sa slike 1. dati jednačinama (4) i:

$$\omega_p^2 = \frac{K_1}{R_1 R_4 C_1 C_2} \tag{5}$$

$$Q_p = \sqrt{\frac{K_2 C_2}{R_3 R_4 C_1}}\frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} \tag{6}$$

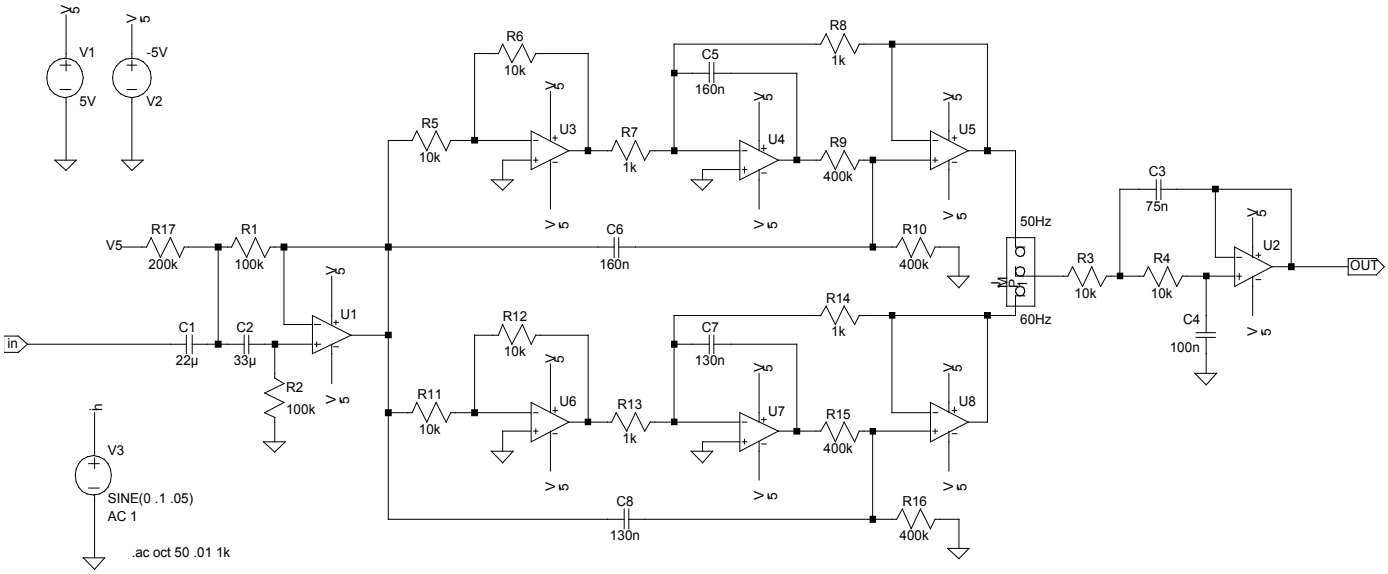
$$\left[\frac{\omega_z}{\omega_p}\right]^2 = \frac{K_1}{K_2}\frac{R_2}{R_1} \tag{7}$$

Pojačanje kola sa slike 1. na nultoj frekvenciji je:

$$\frac{e_0}{e_i} = \frac{K_1 R_2}{R_1} \tag{8}$$

i na beskonačnoj frekvenciji je:

$$\frac{e_0}{e_i} = K_2 \tag{9}$$



Sl.2. Simulaciona šema EKG filtra u LT Spice-u

Dakle, K_1, K_2 i R_3/R_1 se mogu iskoristiti da se podesi prenosno pojačanje ispod i iznad nulte frekvencije ω_z. [2]

Jednačine (7), (8) i (9) nam pokazuju kako da izaberemo komponentne vrednosti tako da kolo funkcioniše kao filtar propusnik niskih frekvencija, filtar propusnik visokih frekvencija ili Notch filtar: ukoliko je $K_1 = K_2 = 1$ i:

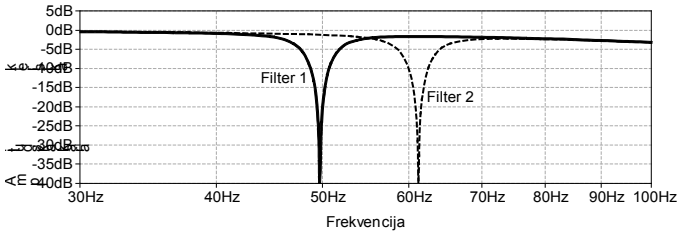
- R_3 veće od R_1 dobijamo filtar propusnik niskih frekvencija,
- R_3 manje od R_1 dobijamo filtar propusnik visokih frekvencija, i
- R_3 jednako R_1 dobijamo Notch filtar.

Kao što smo već napomenuli, ukoliko je pojačanje otvorene petlje reda 10^4, Q će biti veće od 200. Imamo mogućnost ortogonalnog regulisanja sa minimalnim interakcijama. R_5 reguliše Q, a R_1 reguliše ω_z, prema oznakama na slici 1.

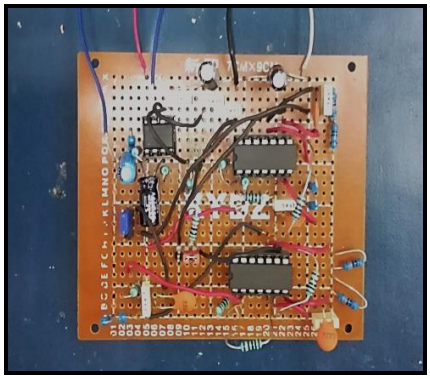
IV. KONSTRUKCIJA FILTRA

Da bismo realizovali projektni zadatak, najpre je bilo potrebno da konstruišemo šemu projekta koja je prikazana na slici 2. Šema je izrađena u programu LT Spice i realizovana je pomoću integrisanih kola TL082CP [4] i TL084CN [5], otpornika od 1, 10, 100, 400 kΩ, kondenzatora od 22 i 33 μF, 100, 130, 150 i 160 *n*F.

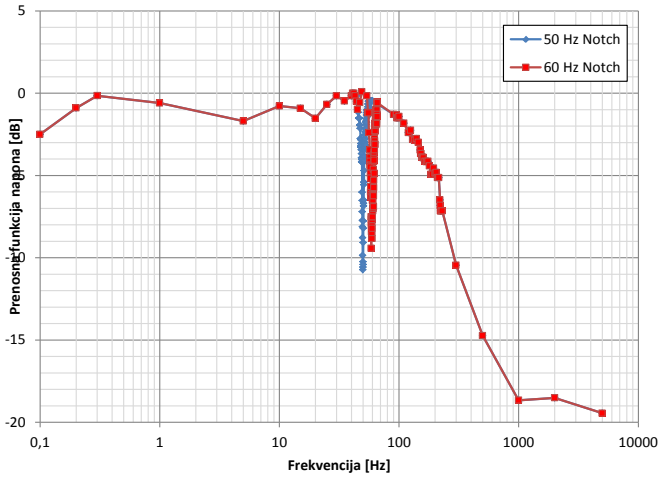
Prvi deo filtra čini filtar propusnik visokih frekvencija koji zajedno sa filtrom propusnikom niskih frekvencija koji se nalazi na kraju kola čini filtar propusnik opsega. Drugi deo filtra čine Notch filtri koji služe za eliminaciju smetnji na 50 i na 60 Hz. Izlazi Notch filtra su vezani za džamper koji služi za odabir signala, tj. da li uzimamo signal iz kola za eliminaciju šuma na 50 Hz ili sa kola za eliminaciju šuma na 60 Hz. Nakon uspešnog testiranja šeme u programu LT Spice moglo se preći na praktičan rad u laboratoriji. Simulacija u LT Spice-u prikazana je na slici 3. Realizacija šeme na pločici sa prednje strane prikazana je na slici 4.



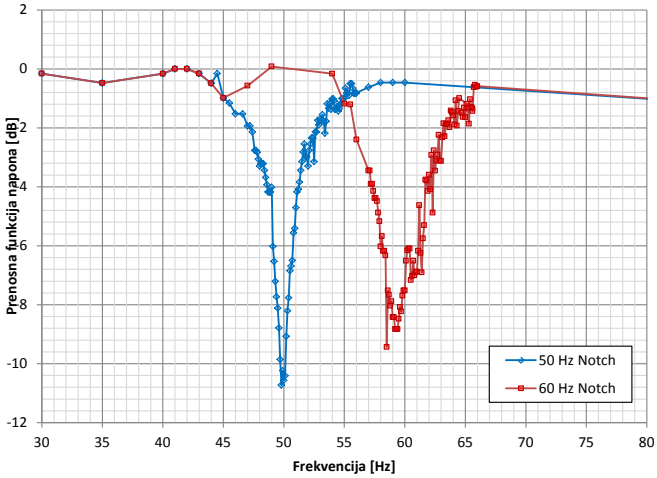
Sl.3. Rezultati simulacije iz LT Spice-a



Sl. 4. Izgled filtra sa prednje strane

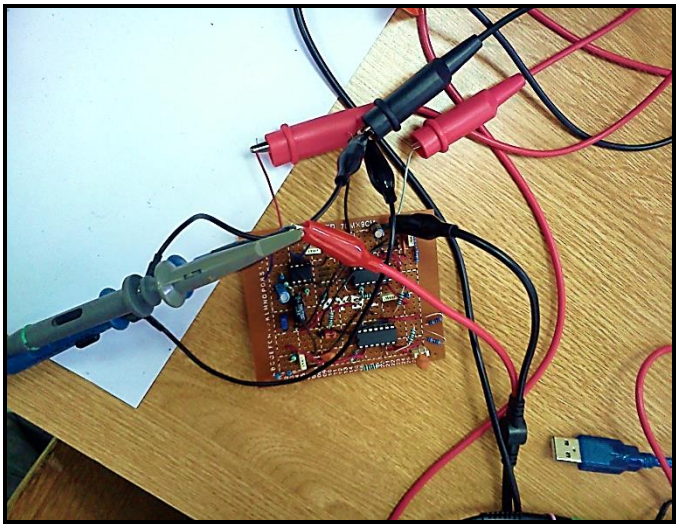


Sl. 6. Rezultati merenja prikazani u obliku grafika



Sl. 7. Rezultati merenja prikazani u obliku grafika – detaljniji prikaz dubine Notch filtra

V. TESTIRANJE PROTOTIPA



Sl. 5. Postupak povezivanja kola na osciloskop

Kada je završena praktična realizacija, prešli smo na testiranje prototipa na osciloskopu. Kolo koristi simetrično napajanje +/-5 V. Na ulaz kola smo povezali generator funkcija, dok smo na izlaz kola povezali sondu osciloskopa, što je prikazano na slici 5. Na filtar smo doveli signal amplitude 100 mV kome smo menjali frekvenciju od 0.1 Hz do 5 kHz sa unapred određenim korakom. Razmatan je ovaj frekvencijski opseg jer je to opseg koji je nama od interesa. Sam filtar je dizajniran tako da propušta frekvencije u opsegu od 0,75Hz do 150Hz.

Na slici 6. dat je grafik koji prikazuje zavisnost prenosne karakteristike napona u zavisnosti od frekvencije. Plavom bojom je prikazan rad Notch filtra za 50 Hz a crvenom bojom rad filtra za 60 Hz. Na slici 7. dat je detaljniji prikaz prenosne funkcije napona za rad samo Notch filtara.

Kao što se na slikama može videti dobijeni rezultati se u značajnoj meri poklapaju sa projektovanim, tj. dobijenim simulacijom. Razlog nepoklapanja u potpunosti leži u činjenici da korišćene komponente imaju određenu toleranciju. U tabeli I su dati dubina filtra i granične frekvencije realizovanog prototipa.

TABELA I
IZMERENE SREDNJE VREDNOSTI SIGNALA GREŠKE ZA RAZLIČITE BITSKE BRZINE

Tip filtera	Dubina [dB]	Donja gran. frekvencija [Hz]	Gornja granična frekvencija [Hz]
50 Hz	-10.73	49.1	50.8
60 Hz	-9.43	58.0	61.1

VI. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje filtar za elektrokardiograf. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa čija je validnost ispitana korišćenjam simulatora. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i diskretnih komponenti, i njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima uz pomoć generatora funkcija i osciloskopa. Poređenjem rezultata dobijenih merenjem i simulaciom došli smo do zaključka da kolo fukcioniše ispravno, kako smo i očekivali.

Smatramo da je rad na projektu bio uspešan i da dobijene karakteristike filtera ispunjavaju zadate kriterijume.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optimalni linearni sistemi, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 8. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] J. R. Bainter, "*Active Filter Has Stable Notch and Response Can Be Regulated*," Electronics, pp. 115-117, Oct. 2, 1975.
[2] H. Zumbahlen, *Linear Circuit Design Handbook*, Elsevier 2008.
[3] A Changpuak, "Bainter Notch Filter Calculator", www.changpuak.ch/electronics/Bainter_Notch_Filter.php
[4] Integrisano kolo TL082, kataloški podaci, www.ti.com/product/tl082
[5] Integrisano kolo TL084, kataloški podaci, www.ti.com/product/tl084

Realizacija prijemnika sa prilagođenim filterom za pravougaone impulse u osnovnom opsegu

Nenad Vukić, Sava Marković, Stefan Veljković, Ivan Danilov

Sažetak — U ovom radu prikazali smo realizaciju optimalnog prijemnika za pravougaone signale koji se zasniva na konstrukciji prilagođenog filtera. Realizovani korelacioni prijemnik umesto složene strukture korelatora, koji uključuje multiplikator i intergrator, koristi jednostavni linearni filter sa rasterećenjem koji je prilagođen pravouglom obliku ulaznih impulsa i čije su karakteristike identične korelatoru.

I. UVOD

Zadatak ovog projekta je realizacija optimalnog prijemnika sa prilagođenim filterom. Optimalni prijemnik u opštem slučaju može biti korelacioni prijemnik ili prijemnik sa prilagođenim filterom. Kod projektovanja optimalnog prijemnika se polazi od pretpostavke da se u telekomunikacionom sistemu prenose, na primer, dva signala koja stižu u prijemnik u određenom intervalu posmatranja $(0, T)$. Tada iza ulaznog pojasnog filtera imamo slučajni prijemni proces $x(t)$ koji je sastavljen od signala i aditivnog Gausovog šuma nulte srednje vrednosti i srednje snage σ^2. Smatraćemo da je ulazni pojasni filter idealan i da ne dovodi do izobličavanja signala. Zadatak ovog prijemnika je da odabere između dve proste hipoteze i da se sa što manjim rizikom odluči koji je od dva signala zaista poznat. Zadatak prijemnika je da na osnovu jedne ili više vrednosti procesa $x(t)$ formira odnos verodostojnosti $\Lambda(x)$ i da taj odnos uporedi sa nekim zadatim pragom. Osnovni deo ovog prijemnika čine dva korelatora, pa se zbog toga ovaj prijemnik naziva i korelacioni prijemnik. Izlazi iz korelacionog prijemnika i prilagođenog prijemnika su isti samo u jednom slučaju, a to je kada je ostvaren uslov da je $t = T$, a u ostalim trenucima iz intervala posmatranja $(0, T)$ izlazi iz prijemnika se mogu bitno razlikovati.

U praktičnoj realizaciji optimalnog prijemnika izgradnja korelatora može da dovede do tehničkih problema je je teško izgraditi precizne analogne multiplikatore. Zato je od interesa da se razmotri mogućnost da se korelator, tj. multiplikator i intergrator zamene linearnim filterom. Osnovni zadatak u realizaciji našeg prijemnika sa prilagođenim filtrom bio je da na ulaz dovedemo pravougaone imulse koji će se u prilagođenom filteru integraliti i na izlazu prikazati kao testerasti impulsi, sa rasterećenjem na kraju signalizacionog intervala trajanja T.

N. Vukić, S. Marković, S. Veljković i I. Danilov su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. e-mejlovi: benassy91@gmail.com, savche91@gmail.com, velja1991za@gmail.com, danilov92nis@gmail.com).

II. TEORIJSKA OSNOVA

Proces na izlazu korelatora[1][2][3], $y(t)$ povezan je s procesom na ulazu u korelator, $x(t)$, u trenutku $t = T$ sledećom korelacijom:

$$y(T) = \int_0^T x(t)s(t)\,dt \tag{1}$$

jer proces $x(t)$ i signal $s(t)$ prema našoj pretpostavci ne postoje izvan intervala posmatranja $(0, T)$. Želja nam je da pomoću linearnog filtera ostvarimo identičnu vezu između ulaznog i izlaznog procesa kao što čini prethodna relacija.

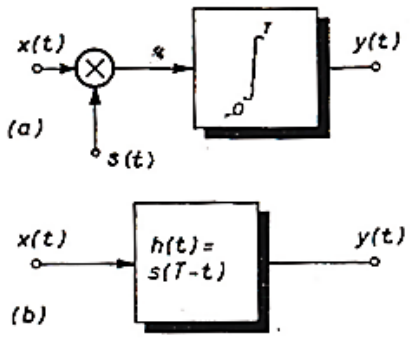
Ako je implusni odziv linearnog filtera $h(t)$, onda na osnovu konvolucionog integrala uvek vredi:

$$y(t) = \int_0^t h(\tau)x(T-\tau)d\tau \tag{2}$$

Specijalno, u trenutku $t = T$ izlazni proces je:

$$y(T) = \int_0^T h(\tau)x(T-\tau)d\tau \tag{3}$$

Odatle se vidi da za rešenje našeg problema linearni filter



Sl. 1. Ilustracija ekvivalencije koleratora (*a*) i linearnog prilagođenog filtera (*b*)

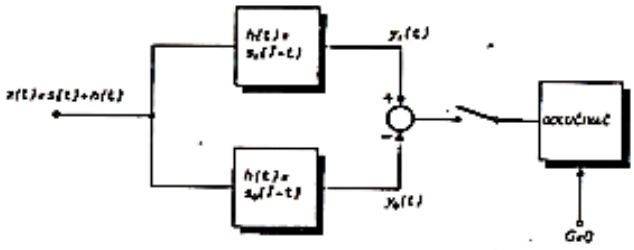
treba da bude prilagođen. Ako je filter na slici 1.(b) prilagođen signalu $s(t)$, onda je implusni odziv takvog filtera:

$$h_{pr}(t) = \begin{cases} k_s(T-t), & 0 \le t \le T \\ 0 & , \quad \text{drugde} \end{cases} \tag{4}$$

U teorijskoj analizi usvajamo da je konstanta $k = 1$ zbog toga što sa tom vrednošću dolazi do optimalnih rezultata. Smenom implusnog odziva prilagođenog filtera dobijamo:

$$y(T) = \int_0^T s(T-\tau)x(T-\tau)d\tau \tag{5}$$

Na osnovu ove kratke analize zaključujemo da postoji puna ekvivalencija između korelacionog prijemnika i prijemnika s prilagođenim filterima. U binarnom sistemu u

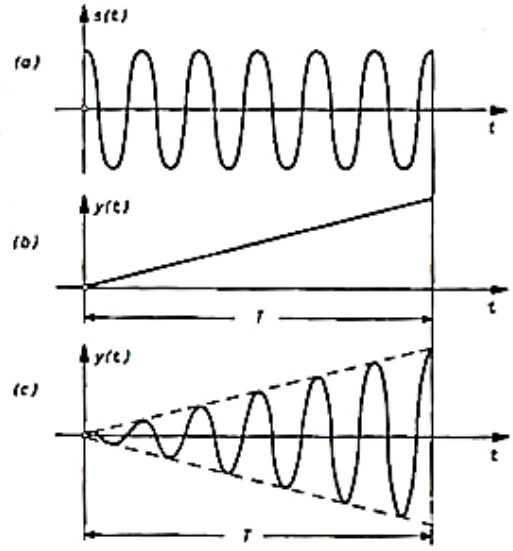


Sl.2. Prijemik sa prilagođenim filterima

jednoj od paralelnih grana prijemnika filter treba da bude prilagođen signalu $s_0(t)$, a u drugoj grani – signalu $s_1(t)$. Izlaz iz jednog prilagođenog filtera, $y_0(t)$, i izlaz iz drugog prilagođenog filtera, $y_1(t)$, međusobno se oduzimaju i odmeravaju tačno na kraju intervala posmatranja u trenutku $t = T$.

Nije na odmet da još jedanput naglasimo da su izlazi korelatora i prilagođenog filtera identični samo u trenutku $t = T$, a da se u drugim trenucima intervala posmatranja $(0, T)$ mogu bitno razlikovati. To ćemo ilustrovati na talasnim oblicima na slici 3. Kada na ulazu u korelator dolazi elementarni signal, $s(t)$, u obliku naizmeničnog pravougaonog implusa (sl. 3.a), onda na izlazu integratora u intervalu $(0, T)$ imamo linearno rastući signal (sl. 3.b), jer integrator deluje kao niskofrekvencijski filter. Međutim, kada isti signal deluje na prilagođeni pojasni filter, izlaz iz filtera ima oblik autokorelacione funkcije pobudnog signala (sl. 3.c). Upoređujući talasne oblike na slici 3.b i 3.c vidimo da je trenutak odmeravanja izlaza iz prilagođenog filtra vrlo, vrlo kritičan: malo prednjačenje ili kašnjenje trenutka odmeravanja u odnosu na optimalni trenutak $t = T$ može da drastično promeni vrednost odmerka. Greška od 1/4 periode nosećeg talasa može potpuno da poništi detektovani signal.

Ako uzmemo u obzir da u korelacionom prijemniku treba s velikom preciznošću da kontrolišemo početnu fazu lokalnog signala u multiplikatoru, možemo zaključiti da



Sl.3. Poređenje talasnih oblika. (a) Ulazni signal. (b) Signal iza korelatora. (c) Signal iza prilagođenog filtera

korelacioni prijemnik i prijemnik s prilagođenim filterom iziskuju podjednako strogu koherentnost, tj.podjednako apriorno znanje o fazi signala.

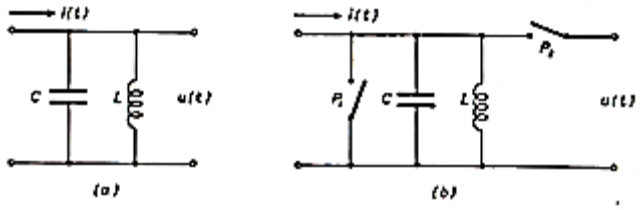
Realizacija prilagođenog filtera u opštem slučaju, za proizvoljni oblik signala nije moguća. Čak i aproksimacija transfer funkcije prilagođenog filtera po pravilu je izuzetno komplikovana i neekonomična. Međutim, u jednom praktično interesantnom slučaju, kada na ulazu prijemnika elementarni signal ima oblik naizmeničnog pravougaonog impulsa (npr. kao na slici 3.a) može se prilagođeni pojasni filter zameniti najprostijim pojasnim filterom u obliku LC kola koje se na kraju intervala posmatranja prisilno prazni. Jednostavnost i efikasnost takvog „prisilno pražnjenog filtera“ (engleski: „Integrate-and-dump filter“) objašnjavaju njegovu popularnost.

Razmotrićemo ukratko princip rada prisilno pražnjenog filtera. Neka je ulazni signal, na koji treba prilagoditi filter, naizmenični pravougaoni impuls

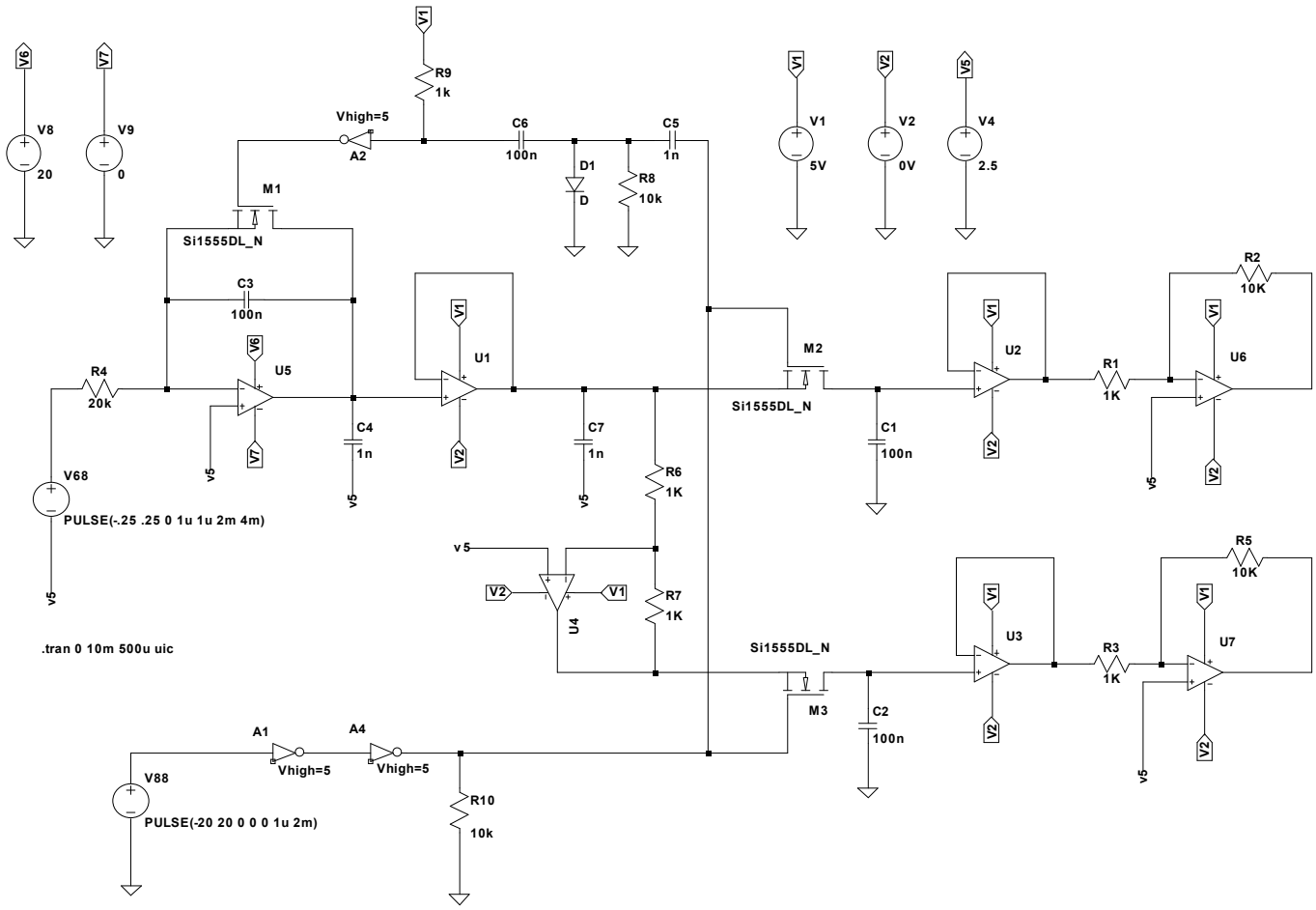
$$s(t) = \begin{cases} A\cos 2\pi F_0 t & , \quad 0 \le t \le T \\ 0 & , \quad \text{drugde} \end{cases} \tag{6}$$

pri čemu noseća učestanost signala, F_0 , zadovoljava dva uslova: da je relativno vrlo visoka ($F_0 >> 1/T$) i da je celobrojni umnožak recipročnog trajanja signala,tj.

$$F_0 = k\frac{1}{T}, \quad k \gg 1 \tag{7}$$



Sl.4. Prisilno pražnjeni filter, (a) Idealno paralalno LC-kolo. (b) Ekvivalentni prilagođeni filter



Sl.5. Simulaciona šema prijemnika prvougaonih impulsa u osnovnom opsegu sa prilagođenim filterom, u LT Spice-u

pri čemu je „*k*“ ceo broj.

Onda impulsni odziv prilagođenog filtera treba da bude prema jednačini (4).

$$h_{pr}(t) = \begin{cases} A\cos 2\pi F_0 t & , \quad 0 \le t \le T \\ 0 & , \quad \text{drugde} \end{cases} \tag{8}$$

Ako idealno paralelno LC kolo bez gubitaka (slika 4) pobudimo Diracovim strujnim impulsom, biće impulsni odziv kola

$$h(t) = \frac{1}{\cos\sqrt{LC}} \frac{t}{}, \quad 0 \le t \le \infty \tag{9}$$

pri čemu smo pretpostavili da u trenutku $t = 0$ nije postojala početna enrgija ni u prigušnici ni u kondenzatoru. Ako stavimo da je $1/\sqrt{LC} = 2\pi F_0$ i $1/c = A$, onda vidimo da je impulsni odziv papralelnog LC kola u inervalu(0, *T*) identičan impulsnom odzivu prilagođenog filtera prema jedn. (8). Svakako, za $t > T$ treba prisilno prekinuti oscilacije LC kola. Zato treba prisilno prazniti prigušnicu i kondenzator u trenutku $t = T$. Prema tome, da bi idealno LC kolo postalo ekvivalentno prilagođenom filteru dovoljno je da paralelno reaktivnim elementima stavimo elektronski „kratkospajač“ (P_1) kao što je naznačeno na sl. 4.b. Redni prekidač (P_2) zatvara se kratkotrajno u trenutku $t = T$, kada se odmerava izlaz prilagođenog filtera. Odmah posle toga takođe kratkotrajno zatvara se paralelni prekidač (P_1) i prazni reaktivne elemente. Tako se rad prisilno pražnjenog filtera nastavlja i sledećem intervalu posmatranja(T, $2T$), itd.

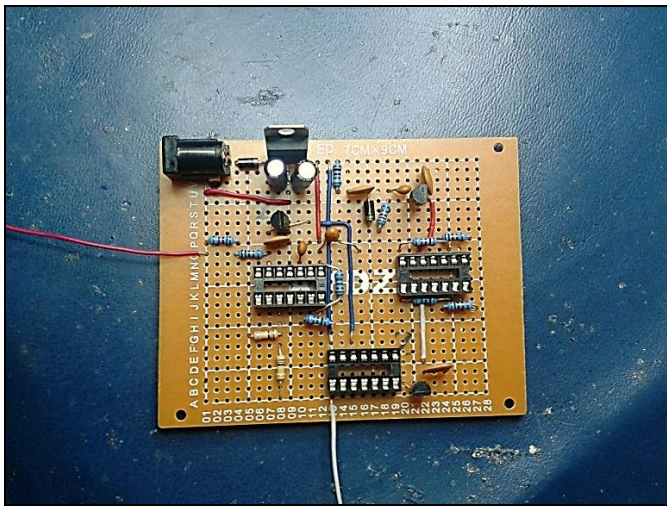
Ukoliko se radi o prenosu signala u osnovnom opsegu i ukoliko elementarni signal na ulazu u prijemnik ima oblik pravougaonog impulsa

$$s(t) = \begin{cases} A, & 0 \le t \le T \\ 0, & \text{drugde} \end{cases} \tag{10}$$

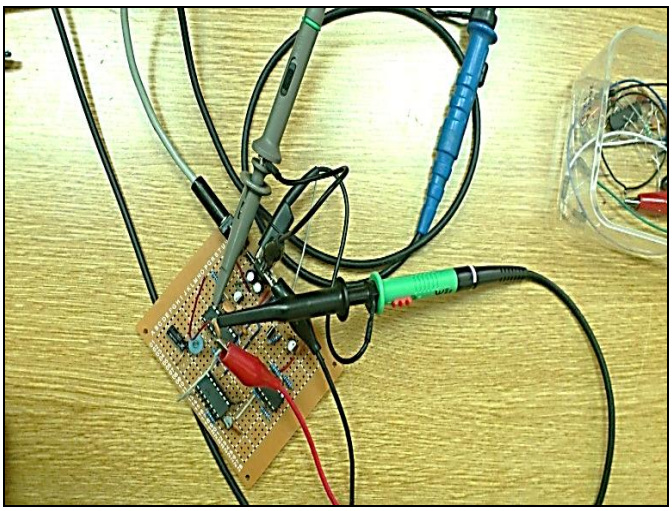
Onda impulsni odziv prilagođenog filtera treba da ima isti takav oblik

$$h_{pr}(t) = \begin{cases} A, & 0 \le t \le T \\ 0, & \text{drugde} \end{cases} \tag{11}$$

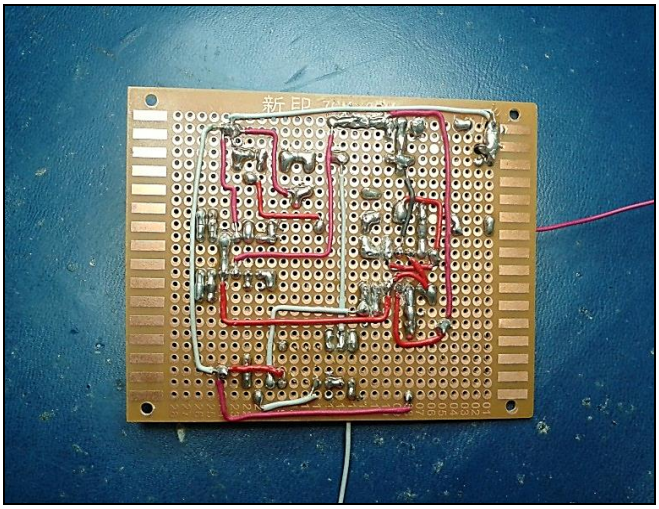
Takav impuslni odziv u intervalu posmatranja (0, *T*) ima idealni integrator koji nastaje uklanjanjem prigušnice u kolu na sl.4.a. Da bi za $t > T$ impuslni odziv idealnog integatora bio jednak 0, treba prisilno isprazniti



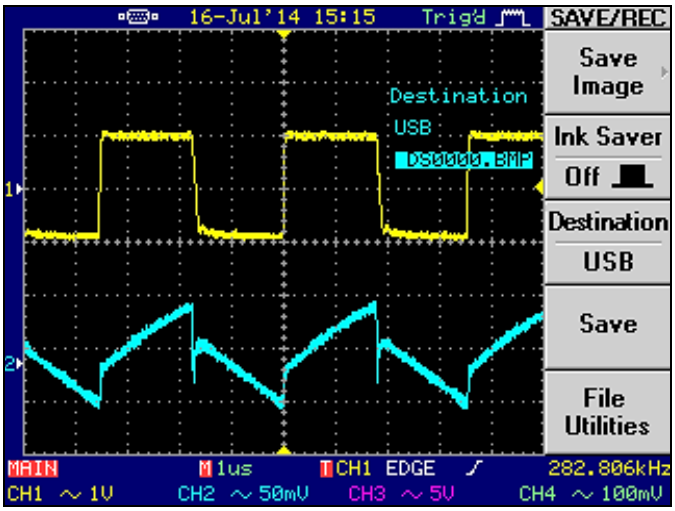
Sl. 6. Izgled prijemnika sa prednje strane



Sl. 8. Postupak povezivanja kola na osciloskop



Sl. 7. Izgled prijemnika sa zadnje strane



Sl. 9. Signali prikazani na osciloskopu

kondenzator u trenutku koji sledi odmah posle odmeravanja signala, identično postupku kod prijema naizmeničnog impulsa (sl.4.b).

III. KONSTRUKCIJA PRIJEMNIKA

Da bismo realizovali projektni zadatak, najpre je bilo potrebno da konstruišemo šemu projekta koja je prikazana na slici 5. Šema je izrađena u programu LT Spice[4] i realizovana je pomoću MOSFET tranzistora [7], otpornika od 1, 10 i 20 KΩ, kondenzatora od 1 i 100 *n*F, kao i uz pomoć dioda.

MOSFET M1 sa kondenzatorom C3 i pojačavačem U5 predstavlja integrator. Deo sa pojačavačem [5] U4 predstavlja invertor. Signal pre i posle invertora [6] odlazi u dva *sample and hold kola.* Sample and hold kola su realizivana pomocu C1/C2 kondenzatora i MOSFET tranzistora. Signal pre invertora se sempluje na kondenzatoru C1, a posle invertora na kondenzatoru C2. Na kraju se ta dva signala ispituju i na osnovu toga zaključujemo da li je 0 ili 1. Kolo (C5, D1, R8, C6) predstavlja detektor ivice. Nakon uspešnog testiranja šeme u programu LT Spice moglo se preći na praktičan rad u laboratoriji.

Praktičan rad zahtevao je veliku preciznost zbog toga što su MOSFET tranzistori jako osetljive komponente koje mogu da se oštete i pregore dodirom, pa smo zbog toga morali da koristimo antistatičku rukavicu. Realizacija šeme na pločici sa prednje i zadnje strane prikazana je na slikama 6 i 7.

IV. TESTIRANJE PROTOTIPA

Kada je završen praktičan rad, prešli smo na testiranje prototipa na osciloskopu. Kolo smo povezali na osciloskop što je prikazano na slici 8. Na prilagođeni filter smo

dovodili pravougaone impulse. U zavisnosti od toga da li je dovedena nula ili jedinica, filter je drugačije integralio signal.

Rezultati integraljenja prikazani su na slici 9. Žutom bojom prikazan je pravougaoni impuls,a plavom testerasti impuls koji se dobija nakon integraljenja. Radna frekvencija ovog projekta je do 1 MHz. Napon na koji smo priključili naš projekat bio je 5V.

V. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje optimalni prijemnik u osnovnom opsegu korišćenjem prilagođenog filtera. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa čija je validnost ispitana korišćenjam simulatora. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i diskretnih komponenti, i njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima uz pomoć osciloskopa. Poređenjem talasnih oblika dobijenih merenjem i simulaciom došli smo do zaključka da kolo fukcioniše ispravno, kako smo i očekivali. Smatramo da je rad na projektu bio uspešan. Zahtevao je određenu dozu ozbiljnosti, posvećen rad, kao i pomoć profesora, bez koga bi sve ovo bilo teško izvodljivo.

VI. ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optimalni linearni sistemi, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 8. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] G. Lukatela, *Statistička teorija telekomunikacija i teorija informacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 1981.

[2] G. Lukatela, D. Drajić, G. Petrović, R. Petrović, *Digitalne telekomunikacije I*, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.

[3] J. G. Proakis, *Digital Communications*, Mcgraw-Hill College, 1994.

[4] LTSpice IV, softver za simulaciju elektronskih kola, http://www.linear.com/designtools/software/

[5] Specifikacija tehničkih karakteristika integrisanog kola LM224, http://www.futurlec.com/Linear/LM224N.shtml

[6] Specifikacija tehničkih karakteristika integrisanog kola HCF4069, http://www.datasheetarchive.com/HCF4069UBE-datasheet.html

[7] Specifikacija tehničkih karakteristika MOSFET tranzistora BS170 http://www.fairchildsemi.com/ds/BS/BS170.pdf

Softverska implementacija korelacionog prijemnika u osnovnom opsegu

Jelena Jovanović, Dragana Dinić, Nemanja Sibinović, Aleksandra Stojanović

Sadržaj—U radu je analiziran rad korelacionog prijemnika.Na osnovu teorijskih razmatranja i u skladu sa savremenim tendencijama softverske implementacije, realizovana je jedna softverska implementacija korelacionog prijemnika u osnovnom opsegu, korišćenjem mikroprocesorske platforme. Realizovani prototip je testiran uz pomoć realnih signala iz generatora pseudoslučajne sekvence. Određen je ulazni i izlazni signal, srednja vrednost napona signala greške, kao i verovatnoća greške.

I. UVOD

Činjenica je da telekomunikacine signale možemo efikasnije detektovati ako unapred znamo kako ti signali izgledaju. Ovo bi trebalo da bude intuitivno jasno, jer je generalno veoma teško pronaći nešto skriveno ako unapred ne znamo kako to nešto izgleda. U tom smislu, logično je zapitati se kako bi prijemnik mogao da razlikuje šta je informacija a šta šum, ako ne zna unapred kako informacija izgleda [1].

U idealnom digitalnom telekomunikacionom sistemu oblik signala koji se šalje može biti u potpunosti poznat prijemniku. Usled prisustva šuma koji se pridružuje signal odabira se jedna od dve ili više ponuđenih hipoteza.Matematički govoreći, inženjeri telekomunikacija su tada sposobni da predvide struktruru optimalnog prijemnika. Značenje ove rečenice jeste sledeće: inženjeri su sposobni da projektuju, analiziraju i realizuju najbolji mogući prijemnik, za bilo koje unapred zadate oblike signala. Implikacije ove činjenice su veoma značajne. Na prvom mestu, nije potrebno ulagati dalje napore u iznalaženje boljeg prijemnika, jer je najbolji mogući prijemnik već pronađen. Drugo, ovo suštinski znači da bilo koji telekomunikacini sistem u principu ne mora biti ograničen prijemnikom.

U ovom radu je projektovan i realizovan jedan ovakav optimalni prijemnik sa struktrurom korelacionog prijemnika.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA KORELACIONOG PRIJEMNIKA

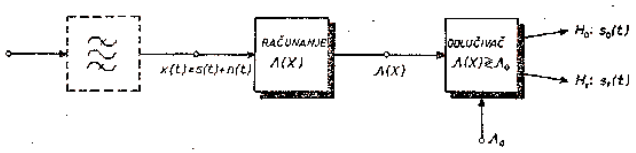
Pretpostavićemo da se u binarnom telekomunikacionom sistemu prenose dva elementarna signala $s_0(t)$ i $s_1(t)$. Zadatak prijemnika je da odabere jednu od ove dve hipoteze:

$$\mathrm{H_i}: \mathrm{x(t)} = \mathrm{s_i(t)} + \mathrm{n(t)} \tag{1}$$

pri čemu je $0 \le t < T$ i $i \in \{0, 1\}$. Prijemnik treba sa što manjim rizikomda odluči koji je od dva moguća signala stvarno poslat, treba da formira odnos verodostojnosti$\Lambda(X)$i da ga uporedi sa nekim pragom Λ_0. Na slici 1. prikazan je osnovni model optimalnog prijemnika.

Neka je odmerak prijemnog procesa pod pomenutim hipotezama H_0 i H_1:

$$x(t_k) = x_k = s_{i_k} + n_k / H_i \tag{2}$$



Slika 1. Model optimalnog prijemnika za binarne signale

Odnos verodostojnosti je tada dat jednačinom:

$$\Lambda(X) = \frac{w_1(X)}{w_0(X)} = \frac{w_1(x_1, x_2, \dots, x_n)}{w_0(x_1, x_2, \dots, x_n)} \tag{3}$$

U odlučivaču se odabira hipotezaH_0 ako je $\Lambda(X) < \Lambda_0$, a H_1 ako je $\Lambda(X) > \Lambda_0$.Statističke srednje vrednosti odmeraka (po ansamblu) pod hipotezama H_0 i H_1 iznose:

$$\overline{x_k}/H_i = \overline{(s_{i_k} + n_k)} = s_{i_k} \tag{4}$$

Funkcijeverodostojnosti su:

$$\mathrm{w_i(X)} = \left[\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right]^{\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{\sum_{k=1}^{n}\left(\mathrm{x_k} - \mathrm{s_{i_k}}\right)^2}{2\sigma^2}\right) \tag{5}$$

Odgovarajući odnos verodostojnosti je:

$$\Lambda(X) = e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{k=1}^{n} 2x_k s_{0k} - 2x_k s_{1k} + {s_{1k}}^2 - {s_{0k}}^2} \tag{6}$$

Odlučivač u prijemniku će odabrati hipotezu H_1 ako je:

$$-\sum_{k=1}^{n}\frac{x_k s_{0_k}}{\sigma^2} + \sum_{k=1}^{n}\frac{x_k s_{1_k}}{\sigma^2} + \sum_{k=1}^{n}\frac{{s_{0_k}}^2 - {s_{1_k}}^2}{2\sigma^2} \ge \ln\Lambda_0 \tag{7}$$

Dalje, ovaj izraz možemo napisati kao određeni integral:

J. Jovanović, D. Dinić, N. Sibinović i A. Stojanović su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mejlovi: jeja@elfak.rs, dinic_dragana@yahoo.com, siba5184@gmail.com, nisaska@yahoo.com).

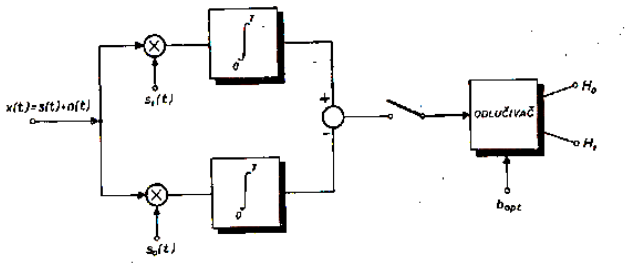
$$\int_0^T x(t)s_1(t)dt - \int_0^T x(t)s_0(t)dt \geq \nu_0 \ln \Lambda_0 - \frac{1}{2}\int_0^T [s_0^2(t) - s_1^2(t)]dt \quad (8)$$

Desna strana ove nejednačine predstavlja prag odlučivanja prijemnika jer su signali $s_0(t)$ i $s_1(t)$ unapred poznati prijemniku:

$$b = \nu_0 \ln \Lambda_0 - \frac{1}{2}\int_0^T [s_0^2(t) - s_1^2(t)]dt \quad (9)$$

Sada jednačinu (11) možemo napisati u obliku:

$$\int_0^T x(t)s_1(t)dt - \int_0^T x(t)s_0(t)dt \geq b \quad (10)$$



Slika 2. Blok šema korelacionog prijemnika za binarne signale.

Na slici 2. prikazana je šema korelacionog prijemnika. Osnovne delove prijemnika čine dva korelatora, pa se zbog toga ovaj prijemnik naziva korelacioni prijemnik. U jednoj grani se prijemni proces koreliše signalom $s_1(t)$, a u drugoj sa $s_0(t)$. Ovi signali su unapred poznati prijemniku. Na kraju se formira razlika određenih integrala, pa se ta razlika odmerava i na kraju upoređuje sa pragom. Vrednost praga zavisi od kritične vrednosti Λ_0. Optimalni prijemnik na najbolji mogući način zadovoljava usvojeni kriterijum uz respektovanje učinjenih pretpostavki.

III. PERFORMANSE PRIJEMNIKA

U većini binarnih sistema za digitalni prenos informacija apriorne verovatnoće hipoteza H_0 iH_1su jednake,a jednake su i relativne cene grešaka prve i druge vrste. Tada se Bajesov rizik svodi na minimalnu verovatnoću greške.

$$G = \int_0^T x(t)s_1(t)dt - \int_0^T x(t)s_0(t)dt + \frac{1}{2}\int_0^T [s_0{}^2(t) - s_1{}^2(t)]dt \geq 0 \quad (11)$$

Gje slučajna promenljiva koja zavisi od slučajnog prijemnog procesa,$x(t)$ tj. G zavisi od integrala Gaussovog procesa. Ako nađemo funkciju gustine verovatnoćeG, pod hipotezom H_0, i pod hipotezom H_1, onda ćemo naći minimalnu verovatnoću greške pri optimalnom prijemu:

$$P_\varepsilon = P(H_0)P(D_1/H_0) + P(H_1)P(D_0/H_1) = \frac{1}{2}\int_0^{+\infty} w_0(G)dG + \frac{1}{2}\int_{-\infty}^0 w_1(G)dG \quad (12)$$

Koristeći teorijsku analizu sprovedenu u [2, 4], može se pokazati da je minimalna verovatnoća greške u binarnom telekomunikacionom sistemu:

$$P_\varepsilon = erfc\left(\sqrt{\frac{\bar{\mathrm{E}}(1-k)}{4\nu_0}}\right) \quad (13)$$

U prethodnojj formuli figurišu dva važna parametra sistema, srednja energiju oba signala:

$$\bar{\mathrm{E}} \triangleq \frac{1}{2}\int_0^T [\,s_0{}^2(t) + s_1{}^2(t)]dt \quad (14)$$

i koeficijent međukorelacije:

$$k \triangleq \frac{1}{\bar{\mathrm{E}}}\int_0^T s_0(t)s_1(t)dt \quad (15)$$

U krajnjoj instanci, verovatnoća greške zavisi od tri parametara: srednje energije oba signala, međukorelacije oba signala i spektralne gustine snage šuma. Verovatnoća pogrešne binarne odluke opada sa porastom srednje energije ulaznog signala. Kada je koeficijent međukorelacije $k = -1$, onadostiže najmanju vrednost. Kada su signali nekorelisani onda je $k = 0$. Tada je potrebno povećati energiju signala za dva da bi se ostvarila ista verovatnoća greške.

IV.SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA

U ovom radu smo se odlučili za softversku implementaciju korelacionog prijemnika uz pomoć mikrokontrolera. U skorije vreme su softverski prijemnici stekli znatnu popularnost i naširoko se primenjuju u različitim telekomunikacionim uređajima. Postoji i čitava oblast u bežičnim telekomunikacijama koja se naziva softverski definisanim radijom (SDR) i koja se bavi implementacijom i različitim algoritmima koji se koriste u prijemnicima za odgovarajuće namene. Jedan od glavnih uzroka velike popularnosti softverskih prijemnika leži u njihovoj fleksibilnosti. U skladu sa modernim trendovima i njihovim nesumnjivim prednostima, mi smo se takođe odlučili za jednu takvu implementaciju.

Pomenute prednosti softverske implementacije na mikrokontrolerskoj platformi ogledaju se u sledećem:

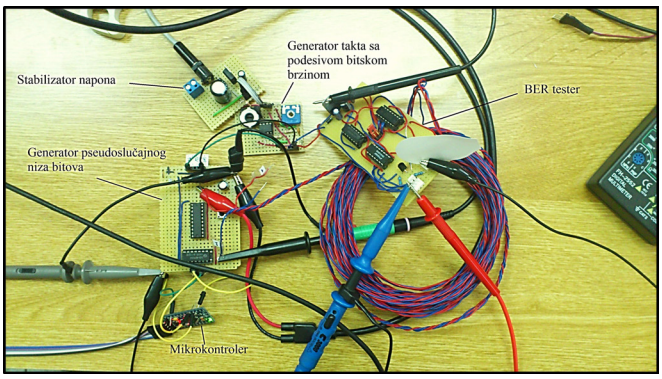
- dobra fleksibilnost: implementacija omogućava da se univerzalni hardver koristi na različite načine, bez ikakve modifikacije hardvera, jednostavnom modifikacijom softvera.
- relativno visoka procesorska moć: mikrokontroleri svakodnevno uvećavaju svoju procesorsku moć, koja ni sada nije zanemarljiva. U tom smislu, mogu se implementirati sve složeniji algoritmi obrade signala koji omogućavaju čitav spektar opcija koje su ranije bile dostupne u hardveru.
- dobra ekonomičnost: univerzalna hardverska platforma u mnogim slučajevima može biti jeftinije rešenje od korišćenja manjih serija specijalizovane opreme, pod uslovom da obadve zadovoljavaju zahteve.
- mala potrošnja: slično kao kod povećanja procesorske moći, svakodnevno se uvećava energetska efikasnost mikrokontrolera, što može biti jedan od odlučujućih faktora primene u modernim mobilnim okruženjima.

Mikrokontrolerska platforma koju smo koristili je Arduino, iz prostog razloga jer je u trenutku realizacije projekta bila dostupna u laboratoriji za telekomunikacione sisteme. Varjanta hardvera koju smo koristili je Arduino ProMini [5], sa mikokontrolerom ATmega328. Male dimenzije i napajanje preko USB porta na računaru su definitivni plus za ovu varjantu, kao i veoma pristupačna cena koštanja.

Princip funkcionisanja najlakše će biti objašnjen praćenjem kôda koji se izvršava na mikrokontroleru, uz pomo' dokumentacije [6]. Kôd koji smo napisali izgleda ovako:

```
constintinputPin=A0;  // ulazni analogni pin
constintclockPin=12; // sinhronizacija
constintoutputPin=13; // detektovani signal
void setup() {
pinMode(inputPin, INPUT);  //
pinMode(clockPin,INPUT);
pinMode(outputPin,OUTPUT);  // izlazni pin sa malom
impedansom
}
void loop() {
// pocetne vrednosti integratora
long i0 = 0;      // korelator za nulu
long i1 = 0;      // korelator za jedinicu
for(int j=0; j<15; j++){
      // procitamo ulazni pin
int x = analogRead(inputPin);
      // oduzimanje 2.5V od ulaznog signala
x-=512;
int s0 = 500;// ocekivani oblik za "1"
long y0 = x*s0;
i0 = i0 + y0;
int s1 = -500;// ocekivani oblik za "0"
long y1 = x*s1;
i1 = i1 + y1;
}
if(i1>i0) {
// jedinica
digitalWrite(outputPin,HIGH);
} else {
// nula
digitalWrite(outputPin,LOW);
}
// cekanje na sledeci sinhro impuls
while (digitalRead(clockPin)==LOW) {
delayMicroseconds(10);
}
}
```

Pomoću ovog kôda najpre su određeni pinovi mikrokontrolera.A0 je ulazni pin, pin broj 12 je pin koji koristimo za sinhronizaciju, a pin 13 je izlazni pin na koji prenosimo detektovani signal.



Slika 3. Nazivi i povezivanje komponenata pomoću kojih je izvršeno testiranje prototipa

Konkretni korelatori su realizovani diskretno kao sume, što upravo odgovara nejednakosti (7):

$$\sum_{k=1}^{n} x_k s_{1_k} \geq \sum_{k=1}^{n} x_k s_{0_k} \tag{16}$$

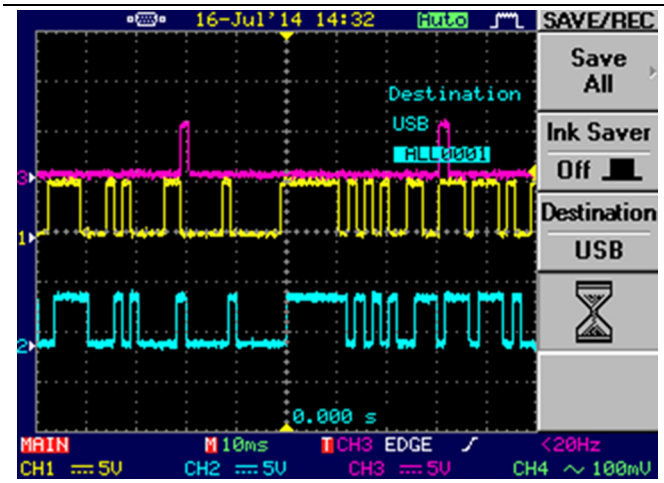
Poslednji član sa leve strane (7) je jednak nuli jer koristimo simetrične signale jednake snage, a to u isto vreme dovodi do toga da je optimalni prag jednak nuli. Na taj način se i dobija relacija (16). U konretnoj realizaciji smo proizvoljno uzeli vrednost $n = 15$ odmeraka po jednom bitu.

Nakon izračunavanja diskretnih korelacija, njihovog poređenja i postavljanja izlaznog detektovanog bita, prijemnik čeka pojavljivanje narednog sinhro impulsa, i petlja se ponavlja ponovo za sledeći bit.

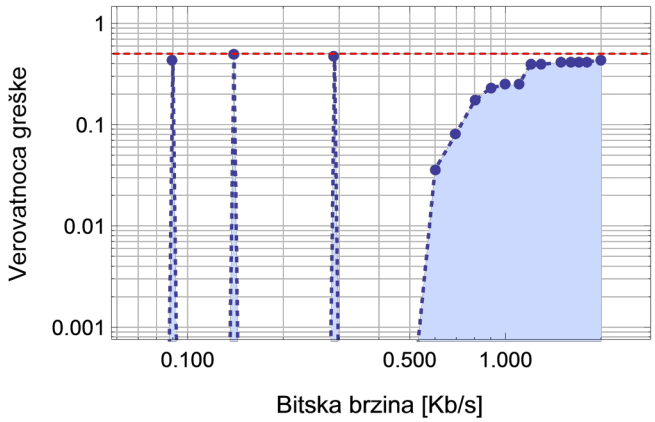
V. TESTIRANJE PROTOTIPA

Da bismo testirali prototip, bilo je potrebno da obezbedimo ulaznu sekvencu nula i jedinica zajedno sa odgovarajućim takt signalom. Za ovo smo koristili generator pseudoslučajne sekvence koji je bio dostupan u laboratoriji kao rezulat jednog od prethodnih projekata. Da bi smo ocenili da li prijemnik funkcioniše na ispravan način, upotrebili smo BER tester koji poredi pseudoslučajnu sekvencu sa detektovanim nizom bitova, i koji je takođe realizovan u prethodnim projektima u laboratoriji. Pored toga što na osciloskopu BER tester prikazuje pojedinačne pogrešno detektovane bitove, merenjem jednosmerne komponente signala na njegovom izlazu moguće je proceniti vrednost verovatnoće greške prijemnika. Na slici 3. je prikazna hardverska realizacija korelacionog prijemnika koja je priključena na sonde osciloskopa radi ispitivanja verovatnoće greške.

Povezivanjem odgovarajućih delova sistema za testiranje, potvrdili smo da za male bitske brzine prijemnik funkcioniše ispravno. I pored najbolje volje nismo mogli da postignemo dovoljno mali odnos signal-šum da bismo detektovali greške prema relaciji (13), što pripisujemo optimalnosti prijemnika. Nakon toga smo pristupili povećavanju bitske brzine da bismo odredili do kojih brzina prijemnik može da funkcioniše ispravno. Sa slike 4. vidimo izgled signala pri vredosti bitske



Slika 4:Prikaz sa ekrana osciloskopa koji prikazuje ulazni signal (žutom bojom), izlazni signal (plavom bojom) i signal greške (ljubičastom bojom)



Slika 5.Verovatnoća greške prijemnika u zavisnosti od bitske brzine.

brzine od 700 b/s.Žutom bojom je obeležen ulazni signal,plava boja predstavlja izlazni signal,dok ljubičasta boja daje izgled signala greške. Ostali rezultati dobijeni za druge bitske brzine sumirani su u tabeli I.

TABELA I
IZMERENE SREDNJE VREDNOSTI SIGNALA GREŠKE
ZA RAZLIČITE BITSKE BRZINE

Bitska brzina, f[Hz]	Signal greške, V_{sr} [V]	Bitska brzina, f[Hz]	Signal greške, V_{sr}[V]
0	0	900	1.16
80	0	1000	1.23
90	2.17	1100	1.23
110	0	1200	1.98
140	2.45	1300	1.98
190	0	1400	1.74
290	2.42	1500	2.04
300	0	1600	2.04
400	0	1700	2.04
500	0	1800	2.10
600	0.18	1900	2.14
700	0.41	2000	2.14
800	0.86		

U slučaju da su svi bitovi pogrešni, srednja vrednost signala greške biće jednaka 5 V. Kada nema grešaka, očigledno, napon na izlazu će biti jednak nuli. Broj grešaka u jedinici vremena dakle linearno određuje vrednost ovog napona, tako da verovatnoću greške možemo da dobijemo kao:

$$P_\varepsilon = \frac{V_{sr}}{V_{HIGH}} \qquad (17)$$

gde je V_{sr} srednja vrednost napona greške na izlazu BER testera, a V_{HIGH} je maksimalni napon na izlazu, koji u našem slučaju iznosi 5 V.

Na slici 5. prikazana je zavisnost dobijene verovatnoće greške u funkciji bitske brzine. Prema numeričkim podacima koje smo dobili, procenili smo da prijemnik može da funkcioniše ispravno do bitske brzine 600 b/s. Nakon toga brzina procesora i naš neoptimizovani softver nisu u stanju da održe sinhronizaciju što dovodi do pojave sistematskih grešaka.

VI. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje softverska implementacija korelacionog prijemnika u osnovnom opsegu. Izvršeno je projektovanje prototipa pomoću mikrokontrolera i softverske sintakse u programskom okruženju zaArduino.Prototip je testiran sa realnim signalima i potvrđeno je njegovo isravno funkcionisanje. Pokazano je da prototip softvera može da se koristi za optimalni prijem podataka na veoma malim bitskim brzinama do 600 b/s. Iz svega ovoga možemo reći da je projekat uspešno obavljen i da su rezultati potvrdili kvalitet upotrebe korelacionog prijemnika.

LITERATURA

[1] Wikipedija, članak "Koherentni prijemnici", dostupan na: http://en.wikibooks.org/wiki/Communication_Systems/Coherent Receivers
[2] G. Lukatela, Statistička teorija telekomunikacija i teorija informacija, Građevinskaknjiga, Beograd, 1981.
[3] G. Lukatela, D. Drajić, G. Petrović, R. Petrović, Digitalne telekomunikacije I, Građevinska knjiga, Beograd, 1988
[4] J. G. Proakis, Digital Communications, Mcgraw-Hill College, 1994.
[5] Dokumentacija verzije ploče Arduino Pro Mini, dostupno na:http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini
[6] Dokumentacija razvojnog okruženja Arduino, dostupnona adresi, http://arduino.cc/en/Reference/HomePage

Testiranje eksperimentalne postavke ultrazvučnog sonara kratkog dometa

Bojan Manić, Stefan Đorđević, Rajko Simić

Sadržaj—U ovom projektu bavimo se detekcijom objekata u okolini pomoću ultrazvučnog primopredajnika HC-SR04 i testiranjem performansi ovog električnog kola [1, 2, 3, 4]. Način rada pomenutog modula identičan je principu funkcionisanja sonara. Rad električnog kola HC-SR04 omogućuje mikrokontrolerski razvojni sistem arduino uz odgovarajuću softversku podršku.

I. UVOD

Zadatak ovog projekta je programiranje i testiranje jednostavnog sonara.Sonar služi za detekciju objekata u okolini i za određivanje njihove udaljenosti.Detekcija objekata se vrši tako što sonar šalje zvučni talas određene frekvencije koji se reflektuje od neke prepreke i takav vraća ka sonaru, gde se vrši njegov prijem. Imajući u vidu poznate parametre (brzinu prostiranja zvučnog talasa i vreme između slanja i prijema signala) možemo izračunati tačnu udaljenost objekta.Dakle,sonar treba da sadrži predajnik za odašiljanje zvučnih talasa, i prijemni deo za prijem reflektovanih talasa [3]. Na osnovu pomenutih karakteristika, opredelili smo se za kolo HC-SR04, tj.za ultrazvučni primopredajnik [2]. Ovo kolo ispunjava sve prethodno navedene uslove. HC-SR04 u sebi sadrži digitalni deo za obradu signala, odnosno postoji mogućnost posmatranja digitalnog signala na osciloskopu. Takođe postoji opcija analize analognog signala, na čijim izlazima možemo nadograditi svoju viziju kola za obradu siganala. Ovo je dosta zanimljiva tema sa aspekta projektovanja i fizičke realizacije. Međutim nećemo se time baviti u okviru ovog projekta.

Da napomenemo da reč „sonar“ neoznačaba samo ultrazvučni predajnik i prijemnik, već tu spadaju i drugi elementi (uređaji i električna kola).Celokupni skup tih uređaja čini tzv. „sonar“. Prateći elementi neophodni za funkcionisanje sonara su: osciloskop (za praćenje signala) i mikrokontroler zajedno sa programskom podrškom računara. Softverskim delom računar kontroliše rad mikrokontrolera. Šema povezivanja elemenata, izvršena merenja, rezultati merenja i programiranje arduina detaljnije su opisani u poglavljima 3. i 4 [1, 4].

II. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MODULA HC-SR04

Proizvođač modula HC-SR04 na sledećim rečima karakterizuje svoj proizvod: ultrazvučni modul za određivanje daljine 2cm – 400cm, bezkontaktnim merenjem, preciznosti i do 3mm. Modul čine predajnik, prijemnik i kontrolno kolo [2]. Osnovni princip rada je sledeći:

(1) Korišćnenje IO okidačkog signalatrajanjadužeg od 10[μs].
(2) Modul automatski šalje 8 impulsa, frekvencija 40 kHz i otkriva da li postoji povratni signal.
(3) Ukoliko imamo povratni signal, kroz visoki naponski nivose signalizira vreme između slanja i prijema odbijenog signala.

Rastojanje = vreme trajanja impulsa × brzina zvuka (340m/s) / 2.

Pinovise povezuju direktno na sledeći način

- Napajanje od 5V, *Vcc*
- Impuls ulaznog okidača, *Trig*
- Impuls izlaznog eha, *Echo*
- 0V uzemljenje, *GND*

TABELA1
PROIZVOĐAČKA SPECIFIKACIJA ELEKTRIČNIH PARAMETRARA MODULA HC-SR04

Radni napon	DC 5V
Radna struja	15mA
Radna frekvencija	40kHz
Maksimalni domet	4m
Minimalni domet	2cm
Ugao merenja	15stepeni
Ulazni signal okidanja	10μs TTL impuls
Izlazni signal eha	Ulazni signal TTL nivoa, u zavisnosti od udaljenosti
Dimenzije	45 x 20 x 15mm



Sl.1a Izgledmodula HC-SR04 sa prednje strane

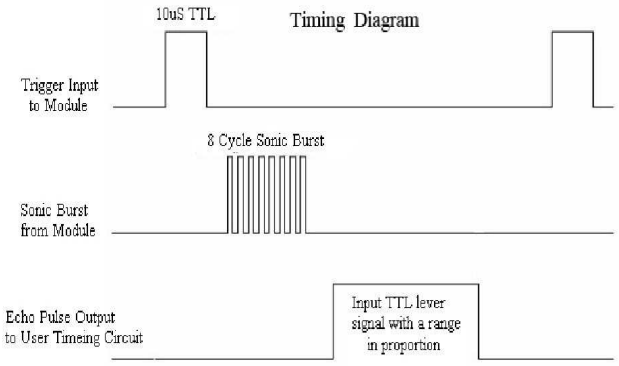
B. Manić, S. Đorđević i R. Simić su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mejlovi: mane91nis@gmail.com, steki90@gmail.com, rajko92@gmail.com).



Sl.1b Izgled štampane ploče HC-SR04 sa komponentama, sa zadnje strane

Vremenski dijagram

Vremenski dijagram je prikazan na slici 2. Potrebno je dovesti kratak impuls trajanja 10 [µs] na*trigger* ulaz da bi se započelo sa procenom daljine. Zatim će modul poslati niz od 8 impulsa ultrazvuka na frekvenciji 40kHz i time pobuditi i njegov eho. Trenutak prijema eho-signala proporcijonalan je daljini objekta.Na osnovu intervala između poslatog okidačkog impulse i primljenog signala eha možemo proračunati udaljenost objekta od koga se ultrazvuk reflektuje. Proizvođač predlaže sledeću formula za izračunavanje daljine: t [µs] / 58 = udaljenost u centimetrima, ili t [µs] / 148 = udaljenost u inčima; ili udaljenost = vreme do uspostavljanja visokog nivoa napona * brzina (340*m*/*s*) / 2. Takođe se preporučuje da ciklus merenja bude duži od 60 [*ms*], zbog izbegavanja preklapanja okidačkog i eho signala.

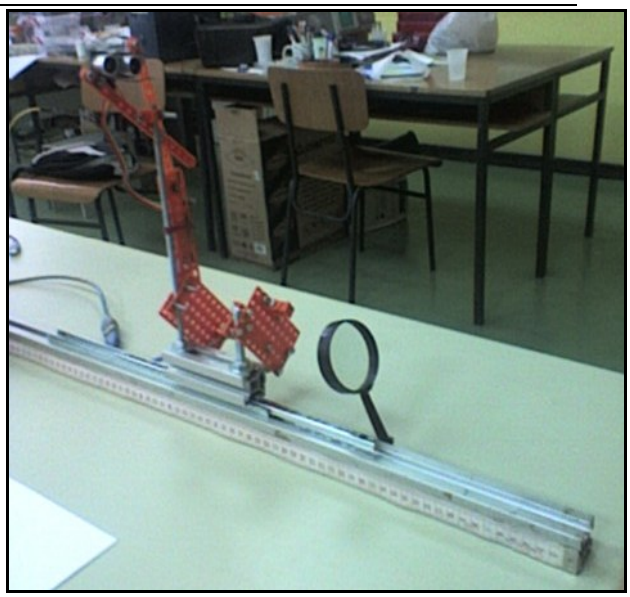


Sl.2 Ilustracija vremeskih oblika signala okidanja, pobude ultrazvučnog izvora i reflektovanog signala.

III. POSTUPAK MERENJA

Za potrebe merenja napravili smo stativ sa držačem za električno kolo (HC-SR04) koji je pričvršćen za pokretno postolje (sa mogućnošću kretanja napred-nazad).Na fiksni deo postolja je ugrađena merna traka, tako da možemo u svakom trenutku očitati razdaljinu ultrazvučnog primopredajnika od nekog objekta, kao što je prikazano na slici 3.

Na slici 4 predstavljena je šema povezivanja elemenata koji čine „sonar“. Kolo HC-SR04 ima četiri pina: *Vcc*, *Trig*, *Echo* i *GND*. Kolo se napaja sa 5V. Na *Trig* dovodimo ulazne imulse iz arduina, a koje unosimo putem računara.*Echo* je povratni signal ka arduinu, čije vrednosti očitavamo na računaru. Računar i arduino su povezani preko USB porta.

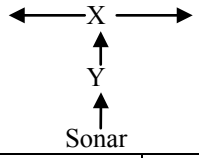


Sl.3 Držač za električno kolo sa ugrađenom mernom trakom na fiksnom delu

Pomoću računara se putem softvera vrši komunikacija sa arduinom.

U ovom projektu koristili smo „Nano“ model arduina. Za posmatranje signala na osciloskopu potrebne su dve sonde koje se kače na pinove *Trig* i *Echo*. Na ovaj način možemo da upoređujemo poslati i reflektovani signal.

TABELA2
IZMERENE VREDNOSTI PARAMETARA X I Y SA ŠEMOM, NA KOJOJ JE PRIKAZANA ORIJENTACIJA PARAMETARA X I Y U PROSTORU, U ODNOSU NA SONAR (HC-SR04)

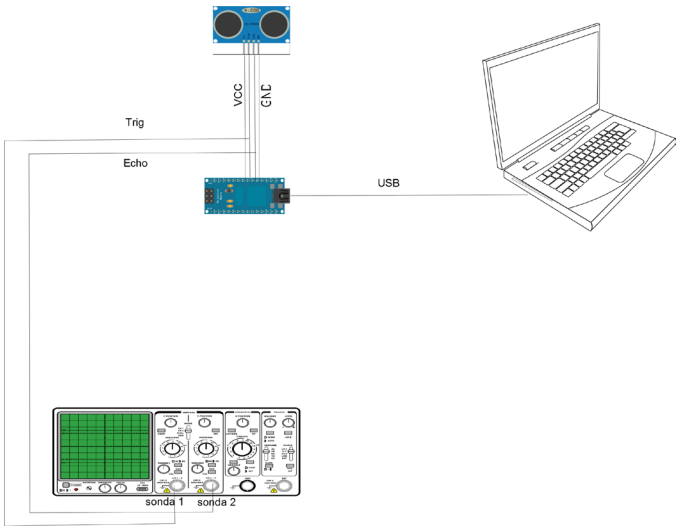


X[cm]	Y[mm]	X[cm	Y[mm]
beskonacno	1143.9	-5	398.97
14	1144.83	-6	395.25
13	1143.9	-7	410.13
12	1140.18	-7.5	Naizmenicne vred. kao za -7 i -8 cm
11.5	Naizmenicne vred. kao za 12cm i 11cm	-8	1139.36
11	437.1	-9	1143.9
10	430.52	-10	1140.18
9	425.1	-14	1144.9
8	406.41	-15	1144.83
7	398.97		
6	398.97		
5	392.46		
4	387.74		
3	383.16		
2	383.16		
1	377.58		
0	377.58		
-1	374.79		
-2	375.72		
-3	374.79		

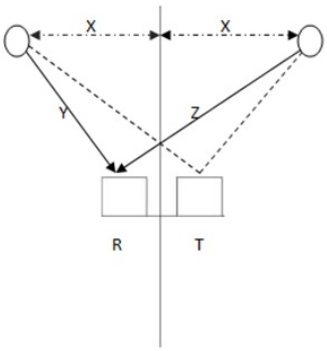
Pomeranjem postolja (napred-nazad) menja se udaljenost objekta, što možemo očitati na računaru.Dobijene vrednosti na računaru možemo uporediti sa vrednostima na mernoj traci, radi provere tačnosti sistema.U tabeli 2 date su očitane vrednosti prilikom merenja koje smo obavili.

Nakon upoređivanja dobijenih vrednosti na računaru, sa vrednostima na mernoj traci, utvrdili smo da je tačnost ostvarena merenjem razdaljine veoma dobra.

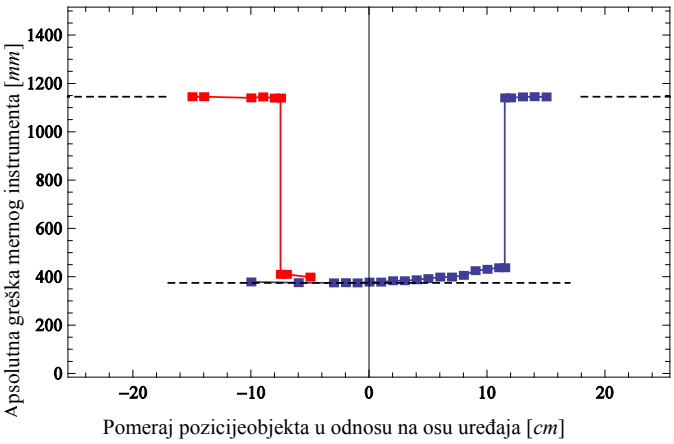
Na slici 6 dat je grafički prikaz izmerenih vrednosti koje su prikazane u tabeli 2. Može se uočiti da naš sonar nije detektovao predmete sa obe strane koordinantne ose podjednako.Sa slike 5 se vidi da sa njene desne strane ima širi opseg detekcije. To se dešava jer je ultrazvučni prijemnik modula HC-SR04 izmešten iz centra ose, tačnije prijemnik i predajnik se nalaze na istom rastojanju levo i desno od centralne ose modula. Kada bi sonar bio rotiran za 90º, tako da se prijemnik nalazi tačno iznad predajnika, tada bi slika 6.bila simetrična u odnosu na ordinantu.



Sl.4 Šema povezivanja uređaja koji čine sonar (el.kolo HC-SR04, arduino, računar i osciloskop)



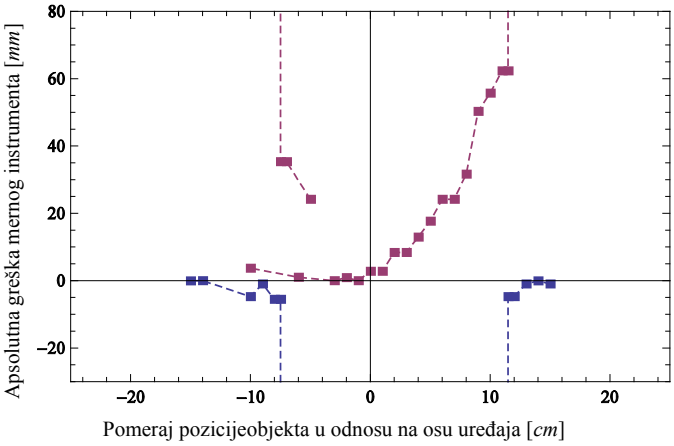
Sl.5 Pozicija prijemnika u odnosu na koordinantnu osumodula HC-SR04



Sl.6 Grafik zavisnostiizmerenih vrednosti koje su date u tabeli2

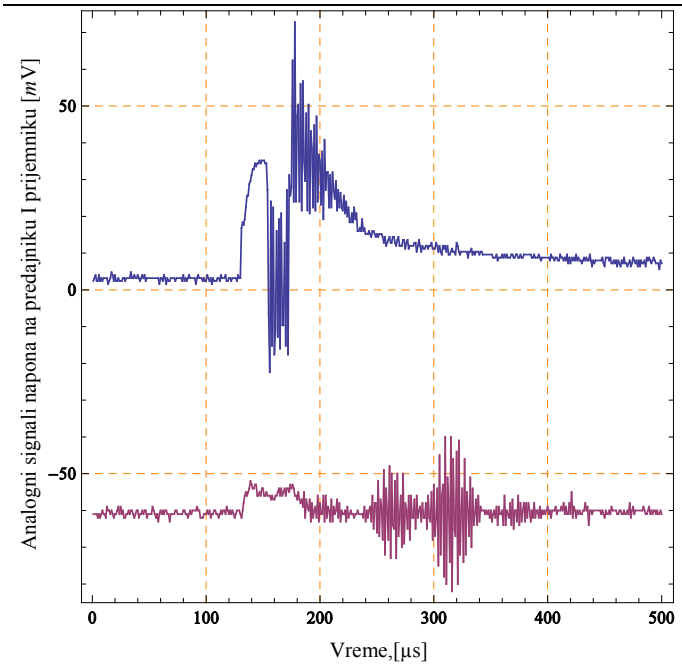
Takođe je utvrđeno da tačnost merenja razdaljine prepreke opada sa povećanjem ugla vidljivosti objekta u odnosu na poziciju ultrazvučnog primopredajnika. Tačnije, kolo HC-SR04 može da detektuje neki objekat do maksimalnog ugla od 19°. Međutim to i ne predstavlja neki problem, jer se primenom rotacionog postolja to može uspešno rešiti.

Odstupanje pojedinih rezultata merenja od srednje vrednosti, tj. apsolutna greška mernog instrumenta data je na slici 7.



Sl.7 Apsolutna greška mernog instrumenta

Prilikom testiranja sonara probali smo da detektujemo više objekata.U ovom slučaju prijemni signal predmeta koji je najbliži sonaru je sa njjačom amplitudom, dok su signali ostalih detektovanih objekata na prijemu dosta oslabljeni.To znači da električno kolo HC-SR04 sa postojećom konfiguracijom nije pogodno za detekciju više objekata.Ovo otvara novu temu – kako realizovati sonar sa modulom HC-SR04 za detekciju više objekata u njegovom bližem okruženju.Na slici 8 prikazali smo kako na ekranu osciloskopa izgledaju poslati signal i signal na prijemu prilikom detekcijetri predmeta.



Sl.8 Vremenski oblici analognog pobudnog signala i primljenog (echo) signala za slučaj detekcije više objekata. Pobudni signal je plave boje,a primljeni bordo.

IV. SOFTVER ZA ARDUINO

U ovom delu je dat kod, napisan u Arduino okruženju, koji omogućava kontrolu rada sonara [4].

```
int trig = A5;
int echo = A4;
int brojac;
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
    // initialize the digital pin as an output.
pinMode(trig, OUTPUT);
pinMode(echo, INPUT);
  Serial.begin (9600);
}
void loop() {
brojac = 0;
digitalWrite(trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trig, LOW);
delayMicroseconds(440);
for(int i=0; i<30000; ++i){
if (digitalRead (echo) == HIGH ){
delayMicroseconds (1);
    } else {
brojac = i;
break;
    }
  }
     Serial.println (.93*brojac);
delay (1000);
}
```

Prva i druga linija koda smeštaju ulazne i izlazne pinove u promenljive. Funkcija **setup()** inicijalizuje pinove i serijski port. Funkcija **loop()** je rutina koja se beskonačno ponavlja. Pri svakom ponovnom pozivanju ove funkcije promenljiva **brojac** se postavlja na**0**. Linija **digitalWrite(trig, HIGH)** ukljucuje okidački impuls, dok ga**digitalWrite(trig, LOW)** isključuje, dok naredba **delayMicroseconds(440)** stvara namerno kašnjenje od 440 [μs] kako ne bi došlo do preklapanja odlaznog i dolaznog signala. U *for* petlji određujemo vremenski interval između trenutka slanja i trenutka prijema. Ukoliko imamo signal na**echo** pinu, kod se odlaže za 1[*ms*]. U suprotnom se promenljiva **brojac** postavlja na trenutnu vrednost promenljive **i**, a naredba **break** izlazi iz for petlje. **Serial.println (.93*brojac)** prikazuje vrednost na računaru, gde je **.93*brojac** daljina u milimetrima. Naredba **delay (1000)** odlaže ponovno pokretanje **loop()** funkcije za jednu sekundu.

V. ZAKLJUČAK

Upoređivanjem dobijenih vrednosti na računaru i zadatih vrednosti na mernoj traci klizača, utvđena je visoka tačnost određivanja udaljenosti objekata [1, 2, 3, 4].Takođe, što je veći ugao pozicije objekta u odnosu na osu sonara to je i greška merenja razdaljine veća. Praktičnim merenjem izračunali smo da je detekcija moguća do maksimalnog ugla 19°. Kao što je i ranije pomenuto u tekstu, izradom rotirajuće platforme za držač primopredajnika, može se proširiti opseg detekcije na veći ugao, potencijalno i na 360º. Naš tzv. „sonar“, sa postojećom konfiguracijom nije pogodan za detekciju više objekata jer to nije podržano u hardveru. Upotrebom drugačijeg tehničkog rešenja ovaj nedostatak bi se mogao ispraviti. I pored toga, za potrebe detektovanja objekta u pravcu zračenja sonara, naš uređaj će veoma uspešno izvršiti zadatak.

U svom radu istakli smo prednosti i mane eksperimentalne postavke izvedbe sonara i rezultate njegovog testiranja. Takođe, napomenuli smo koje su mogućnosti unapređenja funkcionisanja ovog uređaja,kao što su: izrada rotirajuće platforme za držač modula, realizacija poboljšane digitalne obrade signala električnog kola HC-SR04 i dorada sonara za detektovanje više objekata.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optimalni linearni sistemi, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 8. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska i softverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Ping Ultrasonic Range Finder, [Online], Available from: http://arduino.cc/en/Tutorial/Ping?from=Tutorial.UltrasoundSensor, June 2014.

[2] Cytron Technologies, May 2013, Online HC-SR04 documentation available from: https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit. June 2014.

[3] N. Z. Kolev, G. Georgiev, (2011, Sep. 12), Sonar Systems, InTech, DOI: 10.5772/18822, [Online], Available from: http://www.intechopen.com/books/sonar-systems, June 2014.

[4] Arduino, Language Reference, [Online], Available from: http://arduino.cc/en/Reference/HomePage. June 2014.

Realizacija i analiza jednostavnog ekvilajzera za optički prijemnik sa visokom impedansom

Teodora Prlinčević, Theodoros Prokić

Sadržaj — U ovom projektu se bavimo projektovanjem i regalizacijom optičkog prijemnika u konfiguraciji sa velikom ulaznom impedansom i ekvilizacijom, tako da bude funkcionalan do bitskih brzina do 100 K*b*/*s*.

I. UVOD

Zadatak ovog projekta je projektovanje optičkog prijemnika sa velikom ulaznog impedansom i ekvilizacijom. Prijemnici sa velikom ulaznom impedansom imaju veoma dobru osetljivost, jer veoma mala fotostruja na velikoj ulaznoj otpornosti stvara relativno veliki napon. Međutim, ovakvi prijemnici imaju ograničen propusni opseg, upravo zbog velike ulazne impedanse koja u kombinaciji sa parazitnom kapacitivnošću dovodi do niske graničke frekvencije na ulazu [1, 2, 3]. Ekvilajzer se koristi da bi se ova situacija donekle popravila i on ima ulogu da podigne graničnu frekvenciju do potrebne vrednosti. Povećanje propusnog opsega je ograničeno stoga ne možemo očekivati veliko poboljšanje, ali povećanje za red veličine nije nerealno. Kako signal pri povećanju frekvencije slabi sa nagibom, potrebno je da ekvilajzer u tom istom opsegu sa identičnim nagibom povećava signal. Potrebno je da ima i sopstveni stabilizator napona, tako da opciono može da se napaje preko jeftinog ispravljača. Na izlazu se nalazi Beselov filter koji obezbeđuje da se očuva oblik talasa signala koji je filtriran u passband-u.

II. KOMPONENTE PROTOTIPA

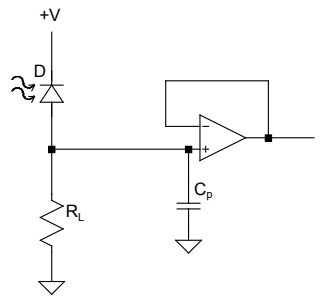
Prototip sadrži sledeće komponente:

1. Na ulazu se nalazi fotodioda koja stvara malu fotostruju, koja na rednoj impedansi od 200 kΩ stvara srazmerno veliki napon pa se na taj način mogu detektovati veoma niski nivoi svetlosti. U našem slučaju, očekivane vrednosti fotostruje su reda μA.
2. Slede kondenzator koji predstavlja model parazitne ulazne kapacitivnosti od 1 nF, koja sa svoje strane dovodi do niske granične frekvencije prijemnika.
3. Zatim koristimo ekvilajzer koji poravnava amplitudsku karakteristiku i povećava propusni opseg do 60 kHz, što predstavlja znatno poboljšanje u odnosu na propusni opseg na ulazu ekvilajzera koji iznosi oko 950Hz.
4. Na ekvilajzer se nadovezuje Bessel-ov filter koji koji obezbeđuje da se očuva talasni oblik signala koji je filtriran u passband-u, i precizno definiše graničnu frekvenciju.

T. Prlinčević i T. Prokić su studenti treće godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mail: prlincevict@gmail.com, ogeros@hotmail.com)

III. ULAZNI PREDPOJAČAVAČ

Zbog postojanja ulazne parazitne kapacitivnosti, signal koji dobijamo ima veoma mali propusni opseg. Model ulaznog kola je prikazan na slici 1.



Slika 1. Model ulaznog dela prijemnika

Prenosna funkcija napona na izlazu predpojačavača od pobudne struje kroz fotodiodu je:

$$H_{in}(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega R_L C_p} \tag{1}$$

Očigledno je da je propusni opseg ovog kola ograničen zbog postojanja ulazne kapacitivnosti i iznosi:

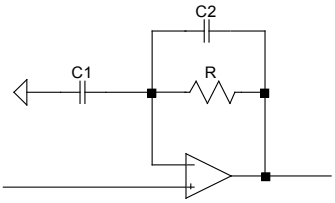
$$\omega_g = \frac{1}{R_L C_p} \tag{2}$$

S obzirom da se radi o prijemniku sa velikom impedansom, vrednost otpora R_L može biti vrlo velika, tako da upotrebljivi propusni oseg u suštini može biti nedovoljan za mnoge primene.

IV. EKVILAJZER

Da bismo donekle ispravili ovaj problem malog propusnog opsega, potrebno je da projektujemo amplitudski korektor (često se naziva i ekvilajzerom), koji će povećati graničnu frekvenciju prijemnika. Ideja ekvilizacije jeste u sledećem: s obzirom da prenosna funkcija ulaznog dela kola ima prost pol, potrebno je da projektujemo linearno kolo koje ima prostu nulu u prenosnoj karakteristici na identičnoj frekvenciji. U tom slučaju će se nula i pol međusobno poništiti i u idealnom slučaju neće biti ograničenja propusnog opsega. Sa druge strane, inženjerska praksa nas uči da beskonačni propusni opseg ne postoji, pa zbog toga očekujemo da ostali

parametri koje nismo razmatrali ograniče propusni opseg – ovog puta na znatno veću vrednost.



Slika 2.Šema jednostavnog ekvilajzera sa prostom nulom i polom

Jedno od mogućih rešenja realizacije ovakvog ekvilajzera prikazano je na slici 2. Kondenzator C1 obezbeđuje nulu u prenosnoj funkciji – intuitivno razmatranje pokazuje da pojačanje ovog kola raste sa frekvencijom jer se impedansa ovog kondenzatora recipročno smanjuje sa povećanjem frekvencije. Pojačanje kola je ograničeno postojanjem kondenzatora C2 koji ne dozvoljava neograničen rast pojačanja sa povećanjem frekvencije, jer se i njegova impedansa smanjuje recipročno sa povećanjem frekvencije. Njegov uticaj počinje da se primećuje tek kada njegova impedansa postane uporediva sa otpornošću R, tako da sva tri elementa aktivno određuju karakteristike ekvilajzera.

Formalnom analizom se dobija prenosna funckija ekvilajzera u obliku:

$$H_{eq}(j\omega) = \frac{1 + j\omega R(C_1 + C_2)}{1 + j\omega RC_2} \tag{3}$$

Kako smo ranije pomenuli, potrebno je da nula ove funkcije tačno odgovara polu u relaciji (1), da bi se prilikom množenja prenosnih funkcija (fizički, ovo odgovara rednom vezivanju blokova predpojačavača i ekvilajzera) ovaj pol poništio sa nulom. Ovaj uslov je iskazan kao:

$$R(C_1 + C_2) = R_L C_p \tag{4}$$

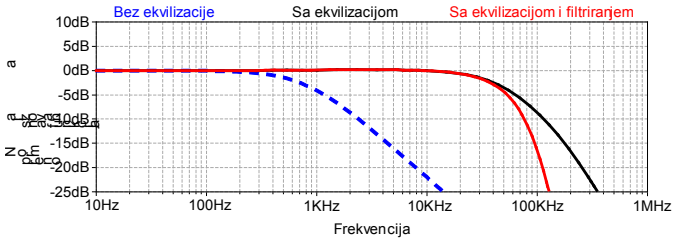
Kada je ovaj uslov ispunjen, granična frekvencija propusnog opsega kola ostaje ograničena polom prenosne fukcije ekvilajzera i iznosi:

$$\widehat{\omega_g} = \frac{1}{RC_2} \tag{5}$$

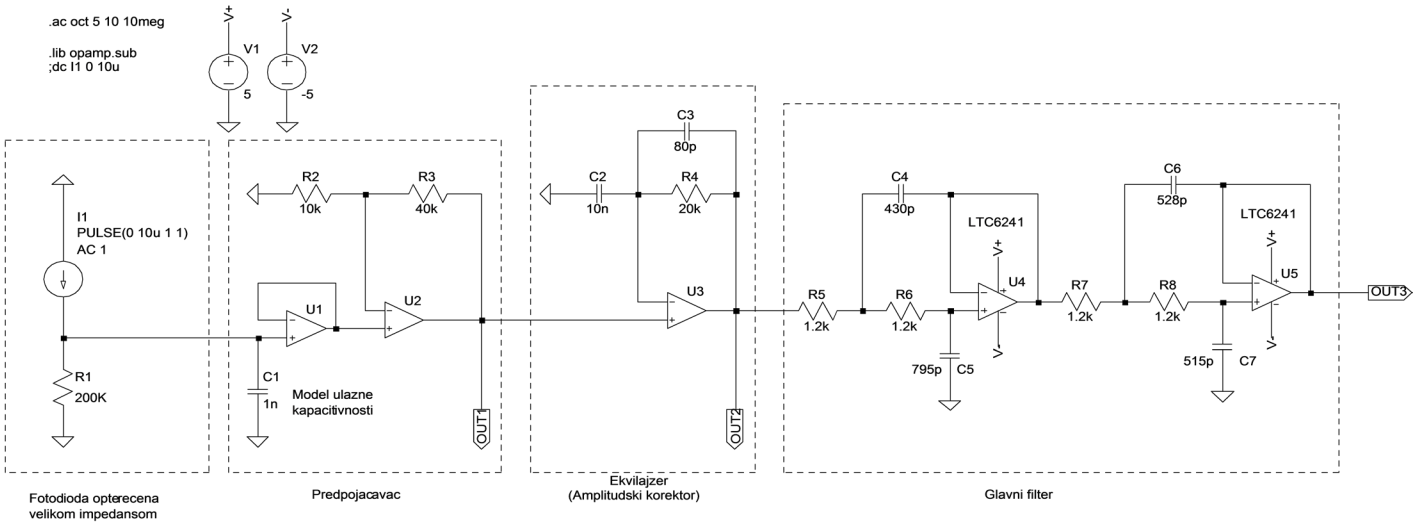
V. SIMULACIJA

Simulacija kola izvedena je u grafičkom simulacionom okruženju LT Spice. Kompletna šema koju smo projektovali prikazana je na slici 3. Strujni izvor u šemi predstavlja fotostruju koja se generiše na fotodiodi. Da bismo simulirali parazitnu kapacitivnost, na ulaz predpojačavača smo ubacili kondenzator relativno velike kapacitivnosti 1 nF. Nakon bafera u predpojačavaču predvideli smo neinvertujući pojačavač sa fiksnim pojačanjem 5, koji realizuju U2, R2 i R3. Nakon ovog stepena sledi prethodno pomenuti ekvilajzer koji čine U3, C2, C3, C4 i R4. Iza kola ekvilajzera sledi Beselov filter 4. reda koji služi da precizno definiše propusni opseg prijemnika i obezbedi filtriranje šuma uz minimalno izobličenje digitalnih signala, čemu prvenstveno i služi njegova ravna karakteristika grupnog kašnjenja [4].

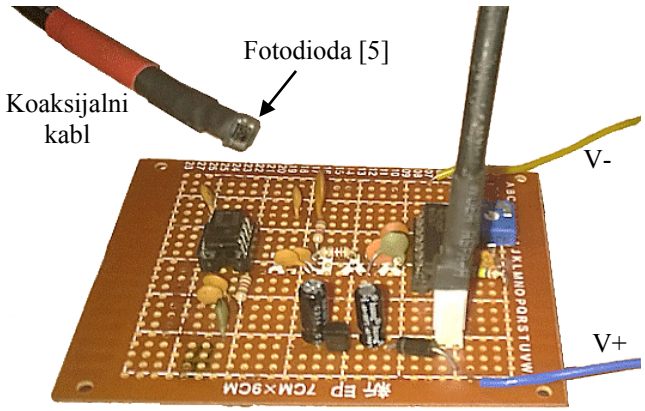
Sa ovako definisanim sistemom, rezultati simulacije su prikazani na slici 4. Svi aktivni elementi u kolu su smatrani idealnim, što znači da imaju beskonačnu ulaznu otpornost i beskonačan propusni opseg.



Slika 4. Simulirane prenosne funkcije prijemnika u funkciji frekvencije, za slučajeve bez, i sa ekvilizacijom, kao i sa filtriranjem na izlazu. Aktivni elementi kola su idealni.



Slika 3. Kompletna šema prijemnika sa ekvilizacijom i Beselovim filterom 4. reda



Slika 5. Izgled realizovanog prototipa na raster-ploči. Fotodioda je na vrhu koaksijalnog kabla koji je konektrorm spojen na pločicu

VI. PRAKTIČNA REALIZACIJA

S obzirom da se radi o relativno niskim frekvencijama, projekat je realizovan na raster-ploči, korišćenjem diskretnih komponenti. Ekvilajzer je projektovan tako da rezultujuća granična frekvencija bude 100 kHz, prema jednačini (5). Izostavljanjem kondenzatora C3 na slici 3. potencijalno se mogu dobiti i veći propusni opsezi, međutim, tada postoji rizik od umanjenja efikasnosti interne kompenzacije opracionog pojačavača tako da se može dogoditi da kolo osciluje ili dođe u zasićenje. Očigledno, ovi neželjeni efekti ograničavaju na drastičan način propusni opseg, tako da je bolje da propusni opseg bude unapred ograničen regularnim sredstvima, odnosno uz pomoć kondenzatora C3.

Vrednosti elemenata Beselovog filtera dobijene se korišćenjem kalkulatora koji je dostupan putem interneta [4]. Karakteristike Beselovih filtera su u navedenom kalkulatoru normalizovane prema vrednostima grupnog kašnjenja, umesto uobičajenog normalizovanja prema graničnoj frekvenciji. U svakom slučaju, data je i tabela koja omogućava preračunavanje na standaradni način obeležavanja. U tabeli su za svaki red filtera dati faktori širine propusnog opsega, tako da je potrebno uzeti u obzir ove faktore pre početka projektovanja, odnosno zahtevani propusni opseg najpre pomnožiti treba datim faktorom. Za naš slučaj smo predvideli propusni opseg od 75 kHz, a dobijene odgovarajuće vrednosti elemenata su date u tabeli I. Precizne zahtevane vrednosti je teško praktično realizovati, tako da su umesto njih korišćene najbliže vrednosti iz standardne serije komponenti, što je takođe prikazano u tabeli I. Izgled realizovanog prototipa je prikazan na slici 5.

TABELA I
IZRAČUNATE VREDNOSTI KONDENZATORA ZA BESELOV FILTER I NJIHOVE PRIBLIŽNE VREDNOSTI PRI REALIZACIJI IZ STANDARDNE SERIJE

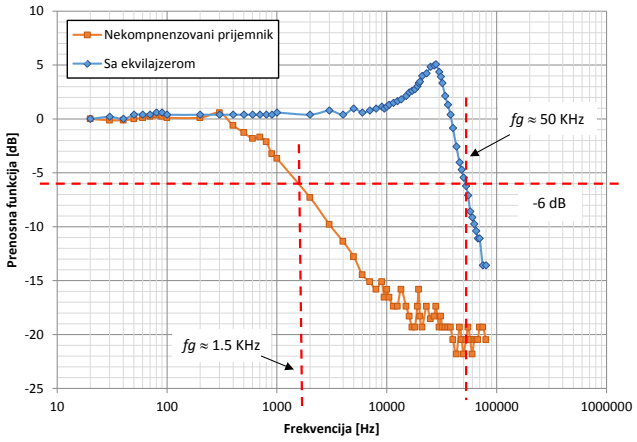
Oznaka	Vrednost [pF]	Približna vrednost [pF]
C4	429.81	470
C5	794.50	820
C6	527.69	560
C7	514.79	560

Za aktivne elemente smo odabrali operacione pojačavače LM224 i LM258, jer je njihova cena bila najniža [6, 7]. Sa druge strane, naš projekat nije zahtevao visoke frekvencije, tako da smo smatrali da operacioni pojačavači ispunjavaju sve postavljene zahteve. Sa druge strane, navedeni operacioni pojačavači imaju mogućnost funkcionisanja sa jednostranim napajanjem, odnosno ne zahtevaju simetrično napajanje. Sa slike 3 se vidi da su svi pojačavači neinvertujućeg tipa, tako da je moguće primeniti jednostavno napajanje od 5 V, što smo i učinili. Kolo sadrži i stabilizator napona na 5 V - LM7805 što nam dozvoljava flaksibilnost u pogledu ulaznog napona napajanja [8].

VII. REZULTATI MERENJA

Nakon realizacije smo pristupili testiranju prototipa. Od interesa je bilo da potvrdimo karakteristike koje smo dobili simulacijom. U tu svrhu smo kao optičku pobudu celog kola upotrebili laser modulisan prostoperiodičnim signalom čiju frekvenciju i amplitudu smo mogli da precizno menjamo. Sonde osciloskopa smo zakačili u tačkama OUT1 i OUT3, prema slici 3, i osciloskop smo koristili kao instrument za merenje amplitude signala na pomenutim izlazima. Dobijene rezultate smo normalizovali odgovarajuzćim vrednostima dobijenim za najnižu mernu frekvenciju, koja iznosi 20 Hz. Dobijene normalizovane prenosne funkcije prikazane su na slici 6.

Kako se optička snaga na fotodiodi pretvara u električnu struju sa konstantnim koeficijentom proporcionalnosti, trodecibelski optički propusni opseg odgovara propusnom opsegu ograničenom sa -6 dB u električnom domenu. Na slici 6. su prikazane prave koje pokazuju karakteristične vrednosti za optički propusni opseg. Električni propusni opseg je sa druge strane definisan maksimalnim slabljenjem od 3dB, ali karakteristične vrednosti nisu prikazane na slici 6, već samo u tabeli II, kao poređenje sa vrednostima dobijenim za optički propusni opseg. Intuitivno je jasno da će električni propusni opseg uvek biti manji od odgovarajuće optičkog propusnog opsega, jer je i granica maksimalnog slabljenja manja u prvom slučaju.



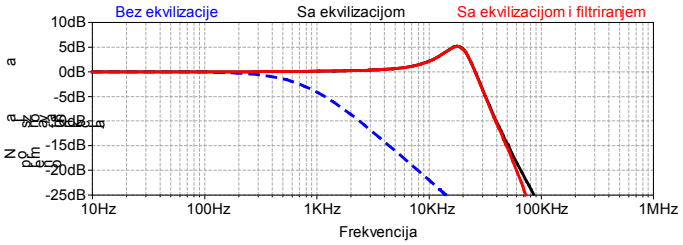
Slika 6. Prenosne funkcije prijemnika u funkciji frekvencije, za slučaj bez kompenzacije i za slučaj sa ekvilizacijom. Označene su vrednosti optičkog propusnog opsega.

TABELA II
IZMERENE VREDNOSTI GRANIČNE FREKVENCIJE PROPUSNOG OPSEGA ZA PRIJEMNIK BEZ KOMPENZACIJE I ZA ISTI PRIJEMNIK SA EKVILIZACIJOM

Prijemnik	Granična frekvencija [KHz]	
	Optički domen	Električni domen
Bez kompenzacije	1.5	0.85
Sa ekvilajzerom	50	45

Vrednosti u tabeli II pokazuju dobitak koji smo postigli primenom ekvilajzera. Zbog velike impedanse i ulazne kapacitivnosti, propusni opseg je na ulazu ograničen na 1.5 kHz (posmatrano u optičkom domenu), dok je primenom ekvilajzera ukupni propusni opseg realizovanog prototipa jednak 50 kHz. Ovo predstavlja povećanje propusnog opsega za faktor od oko 33, odnosno - propusni opseg sa ekvilizacijom je 33 puta veći od propusnog opsega bez ekvilizacije. U električnom domenu je ovaj faktor povećanja još ubedljiviji tako da je električni propusni opseg oko 45 puta veći usled upotrebe ekvilajzera.

Sa druge strane, izmereni rezultati ne odgovaraju sasvim izvršenim simulacijama, što se lako uočava kada uporedimo slike 4 i 6. Prenosna funkcija ulaznog kola se potpuno slaže sa simulacijom, međutim, efekat ekvilajzera nije onakav kakav smo očekivali na osnovu simulacije. U nedostatku boljeg objašnjenja, ovaj efekat smo pripisali karakteristikama aktivnih elemenata. U kataloškim karakteristikama integrisanih kola koja smo koristili, naveden je podatak da je njihov proizvod pojačanja i propusnog opsega jednak 1 MHz, što je na prvi pogled dovoljno za naš prototip. Međutim, malo detaljnijom analizom karakteristika sa slike 6, može se uočiti da u okolini granične frekvencije ekvilajzer mora da ima pojačanje od oko 20 dB., odnosno vrednost od oko 10, jer je za isti faktor signal oslabljen zbog ulazne karakteristike. Sa druge strane, maksimalni propusni opseg koji je dostupan sa datim pojačanjem iznosi oko 100 kHz. Iz ovoga zaključujemo da sa datim integrisanim kolima ekvilajzer radi ispod granice svojih mogućnosti, odnosno njegove performanse su ograničene relativno lošim aktivnim komponentama.



Slika 7. Simulirane prenosne funkcije prijemnika u funkciji frekvencije. Proizvod propusnog opsega i pojačanja aktivnog elementa u amplitudskom korektoru je ograničen na 0.5 MHz.

Da bismo potvrdili ovu pretpostavku, ponovili smo simulaciju sa ograničenim proizvodom pojačanja i propusnog opsega aktivnih elemenata podešenim na vrednost od 0.5 MHz. Rezultati simulacije prikazani su na slici 7. Odmah je uočljiva velika sličnost sa rezultatima merenja, tako da ova poslednja simulacija potvrđuje našu pretpostavku i prethodno dato objašnjenje. Na osnovu ovoga zaključujemo da je ipak potrebno koristiti komponente koje imaju znatno bolje performanse, što se obično ogleda i u njihovoj ceni.

VIII. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje optički prijemnik sa velikom impedansom i ekvilajzerom koji povećava ukupni propusni opseg, a time i bitsku brzinu na kojoj prijemnik može da funkcioniše ispravno. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa čija je validnost ispitana korišćenjem simulatora. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i diskretnih komponenti, i njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima.

Utvrdili smo da se optički propusni opseg može povećati za faktor 33, kao i do izvesne mere preko toga ako se koriste kvalitetnije aktivne komponente u ekvilajzeru. S obzirom na ukupni propusni opseg od 50 kHz, prijemnik se može koristiti do btiskih brzina od 100 k*b*/*s*, ako se koristi NRZ format signala.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 6. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Stephen B. Alexander, *Optical Communication Receiver Design*, SPIE – The International Society for Optical Engineering, Bellingham, 1997.

[2] A. Marinčić, *Osnovi optoelektronskih kumunikacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 1986.

[3] G. P. Agrawal, *Fiber-Optic Communication Systems*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2010.

[4] Daycounter, Inc., Engineering Service, "Sallen-Key Low Pass Filter Calculator", dostupno putem interneta na: http://www.daycounter.com/Filters/Sallen-Key-LP-Calculator.phtml

[5] Vishay Semiconductors, "BPW34, BPW34S, Silicon PIN Photodiode", kataloški podaci, dostupno putem interneta na: http://www.vishay.com/docs/81521/bpw34.pdf

[6] Texas Instruments, "LM124-N/LM224-N/LM324-N/LM2902-N Low Power Quad Operational Amplifiers", kataloški podaci, dostupno putem interneta na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm124-n.pdf

[7] Texas Instruments, "LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers ", kataloški podaci, dostupno putem interneta na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf

[8] Texas Instruments, "LM78LXX Series 3-Terminal Positive Regulators", kataloški podaci, dostupno putem interneta na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm78l05.pd

Linearni drajver konstantne struje za laserski pokazivač

Nikola Milutinović, Predrag Žunjanin, Nenad Marković

Sadržaj— U ovom radu projektovan je linearni drajver koji može da pobudi laserski pokazivač veće snage. Takođe, realizovan je i deo sistema zasnovan na mikrokontroleru koji prati injekcionu struju lasera i ima indikaciju na trocifremenom sedmosegmentnom displeju.

I. Uvod

Zadatak ovog projekta je realizacija drajvera koji radi na principu konstantne struje, i koji može pobuditi laser. Važno je obezbediti mehanizam zaštite izlaznog stepena, tako da ne bude oštećen ako opterećenje nije priključeno.

Laser (engl. „**L**ight Amplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation“ ili u prevodu „pojačanje svetlosti pomoću stimulisane emisije zračenja“) je izvor svetlosnog zračenja koji emituje koherentan snop fotona, kao izvor stabilan je po frekvenciji, talasnoj dužini i snazi. Za razliku od svetlosti koju emituju uobičajeni izvori, kao što su sijalice, laserska svetlost je uglavnom monohromatska, tj. samo jedne talasne dužine (boje) i usmerena je u uskom snopu. Snop je koherentan, što znači da su elektromagnetni talasi međusobno u istoj fazi i šire se u istom smeru. Sastavljen je od rezonatorske šupljine i aktivne sredine koja ga ispunjava. Otkriven je u SAD 1960. godine [1].

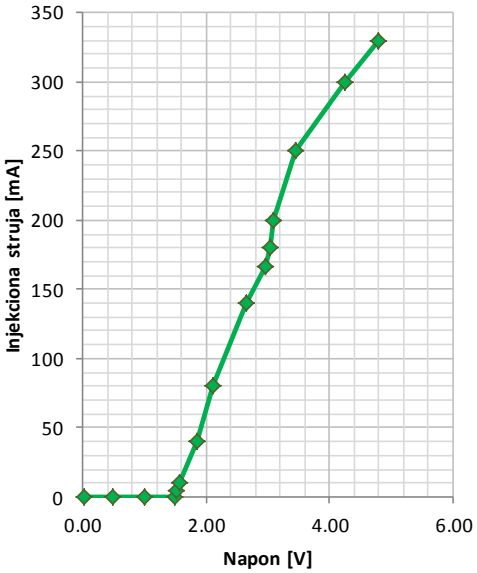
Laserski zrak se proizvodi fenomenom stimulisane emisije. Kao prvi uslov emisije fotona je Borov uslov: tj. laserski medijum mora imati eneretske nivoe čija energija (razlika energija) odgovara energiji emitovanih fotona. Drugi uslov je da većina atoma (ili molekula) bude u pobuđenom stanju. Moramo imati na umu da se u laserskom medijumu mogu događati različiti procesi interakcije elektromagnetskog zračenja i materije: najviše dolaze do izražaja apsorpcija i spontana emisija zračenja. Laserski zrak se može proizvesti jedino ako je stimulisana emisija izraženija u odnosu na apsorpciju i spontanu emisiju zračenja. To se postiže inverzijom naseljenosti atoma (ili elektrona) u laserskom medijumu: broj atoma u pobuđenom stanju mora biti veći od broja atoma u osnovnom stanju.

Podela lasera se vrši: prema vrsti materijala od koga je napravljen izvor, prema režimu rada, prema vrsti pumpe, prema oblasti spektra u kojoj emituje svetlost.

U ovom projektu je korišćen zeleni laser sa optičkim pumpanjem (DPSSL) [2]. Spektar zračenja konkretnog zelenog lasera je u okolini 532 nm. Strujno-naponska karakteristika lasera koji koristimo izmerena je u laboratoriji i rezultati su prikazani u tabeli I i na slici 1.

TABELA I
IZMERENE VREDNOSTI STRUJE KROZ LASERSKU DIODU I NAPONA NA NJENIM KRAJEVIMA

Struja [*m*A]	Napon [V]	Struja [*m*A]	Napon [V]
0	0.02	140	2.66
0	0.50	166	2.97
0	1.00	180	3.03
0	1.50	200	3.10
5	1.53	250	3.45
10	1.58	300	4.26
40	1.86	330	4.80



Slika 1. Snimljena strujno-naponska karakteristika laserske diode

II. Princip rada

Da bismo realizovali projektni zadatak, najpre je bilo potrebno da konstruišemo šemu projekta koja je prikazana na slici 2. Šema je izrađena u programu LT Spice i realizovana je pomoću operacionog pojačavača, dva NPN tranzistora, otpornika od 2.2 kΩ, 50 Ω i 70 Ω, i pomoću Zener diode.

Kolo linearnog drajvera koristi napajanje od 12 V. Ulazni signal se dovodi na ulaz operacionog pojačavača U_1, pri čemu je ulazna otpornost veoma velika i jednaka je ulaznoj otpornosti operacionog pojačavača. Operacioni pojačavač LM2904 se koristi u konfiguraciji sa pozitivnim napajanjem, tako da izlazni signal može da bude u rasponu od nule do vrednosti napona nešto manje od napona napajanja. S obzirom na to da ulazni signal može biti u rasponu od 0 do 5 V, ovo ne

N. Marković, N. Milutinović i P. Žunjanin su studenti treće godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mail: goran.nenad@gmail.com, nikolamilutinovic92@gmail.com, pedjazunjanin92@gmail.com).

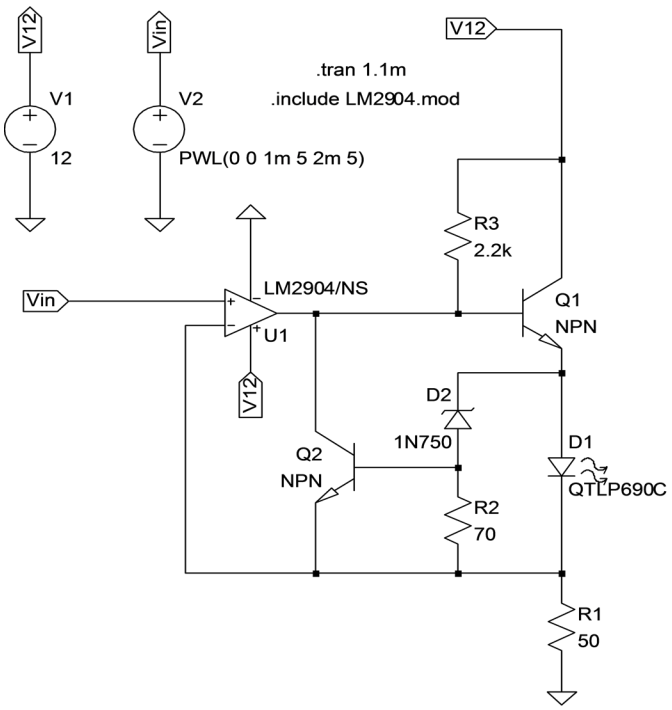
predstavlja problem, jer raspon izlaznog napona operacionog pojačavača može da pokrije celu oblast od interesa. Suštinu drajvera čine operacioni pojačavač U_1, tranzistor Q_1 i otpornik R_1. Prema konfiguraciji koju smo realizovali, napon na otporniku R_1 mora biti identičan ulaznom naponu V_{in}. Struja kroz otponik R_1 mora biti jednaka struji kroz emitor tranzistora Q_1, pod pretpostavkom da operacioni pojačavač radi u linearnom režimu i da je njegova ulazna struja veoma mala. Prema omovom zakonu, ova struja iznosi:

$$I = \frac{V_{in}}{R_1} \tag{1}$$

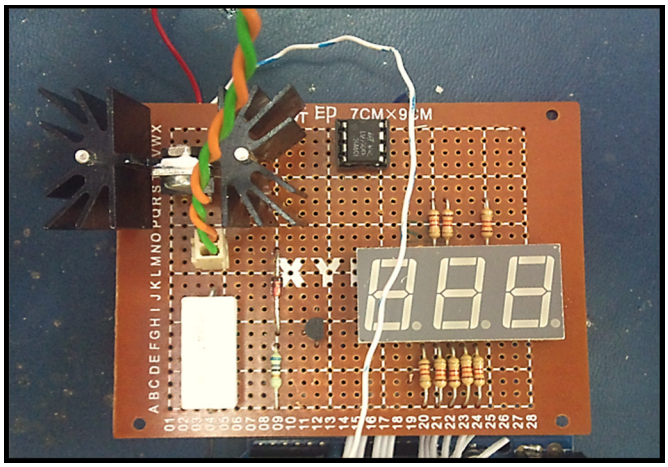
Očigledno, struja kroz laser linearno direktno zavisi od ulaznog napona V_{in}. Tranzistor Q_1 je neophodan da bi omogućio relativno veliku izlaznu struju, pri čemu je pobudna struja baze koja direktno opterećuje izlaz operacionog pojačavača veoma mala [3]. Pored toga, postoji i jedan optpornik R_3 koji obezbeđuje deo pobudne struje tako da je izlazna struja operacionog pojačavača još manja. Maksimalna struja kroz laser može se odrediti odavde ako se maksimalnui napon na ulazu, koji iznosi 5 V, podeli sa vrednošću otpora otpornika R_1, koja iznosi 15 Ω.

$$I_{\max} = \frac{V_{\text{in}_{\max}}}{R_1} = 333mA \tag{2}$$

U ovakvoj konfiguraciji, problem može da nastane ako se



Slika 2. Linearni drajver za laser veće snage, u LT Spice-u



Slika 3. Izgled realizovanog prototipa linearnog dajvera

laser isključi iz kola. U tom slučaju se prekida kolo negativne povratne sprege operacionog pojačavača i on izlazi iz linearnog režima rada. U ovakvom slučaju, najverovatnije je da će operacioni pojačavač otići u zasićenje, što sa svoje strane nije poželjno jer su onda interne struje unutar pojačavača velike i nepotrebno opterećuju napajanje. Da bismo izbegli ovakvu vrstu neodređenosti i neracionalnosti, predvideli smo i kolo za zaštitu koje se sastoji od zener diode D_2, otpornika R_2 i tranzistora Q_2. Ako se laser isključi iz kola, struja će teći kroz zener diodu D_2 i na otporniku R_2 će pad napona proizvesti dovoljan nivo za direktnu polarizaciju tranzistora Q_2. Sa svoje strane tranzistor Q_2 će nakon uključenja dovesti do smanjenja struje kroz zener diodu, čime se obezbeđuje negativna povratna sprega u kolu zener diode, a samim tim i prema operacionom pojačavaču na ulazu. Na taj način će se izbeći problem zasićenja operacionog pojačavača. Zener dioda je izabrana tako da je njen napon provođenja nešto veći od maksimalnog napona na laseru u režimu eksploatacije, i u našem slučaju smo koristili zener diodu sa naponom proboja od 4.7 V. Ovim izborom smo obezbedili da zener dioda ne ometa rad kola u normalnom režimu jer je napon na njoj u tom slučaju znatno manji od napona proboja. Maksimalna struja u kolu kada laser nije povezan iznosi oko 40mA, što smo i merenjem potvrdili.

Na slici 3 je prikazan izgled realizovanog prototipa linearnog drajvera sa montiranim hladnjakom na tranzistoru Q_1, i sa sedmosegmentnim displejem koji pokazuje vrednost konstantne struje.

III. ARDUINO I SEDMOSEGMENTNI DISPLEJ

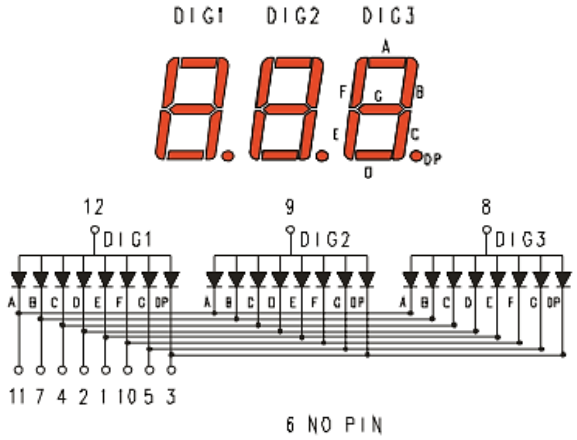
Sedmosegmentni displej se koristi za prikazivanje decimalnih brojeva, kojima se daju informacije o radu uređaja [4]. U ovom projektu, na displeju se pokazuje vrednost struje u mA. Koristimo displej koji prikazuje 3 cifre. Struja koja pobuđuje displej je ograničena otpornicima od 1.3 kΩ, koji se nalaze na ulazu svakog pina koji služi za aktiviranje određene LED diode na sedmosegmentnom displeju.

Sa slike 4 vidimo da se za prikazivanje prve, druge, i treće cifre koriste pinovi 12, 9, 8, respektivno. Pinovi 11, 7, 4, 2, 1, 10, 5, 3 služe za pobudu LED dioda na displeju koje su označene sa A, B, C, D, E, F, G, DP, respektivno, kao što se

može videti na slici 4. Pin 6 se ne koristi [5].
Kontrolisanje sedmosegmentnog displeja vršimo pomoću mikrokontrolera, u našem slučaju se koristi Arduino Uno.

Arduino je fizičko-računarska platforma otvorenog koda. Hardver se sastoji od jednostavnog otvorenog hardverskog dizajna Arduino ploče sa Atmega328 procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima. Arduino ploču čine 8-bitni Atmega328 mikrokontroler sa pripadajućim komponentama koje omogućavaju programiranje i povezivanje sa drugom elektronikom. Bitan aspekt Arduino projekta je standardizovan raspored konektora koji omogućava lako povezivanje sa dodatnim modulima, poznatijim kao štitovi [6].

Softver se sastoji od razvojnog okruženja koje čine standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči. Arduino integrisano razvojno okruženje je aplikacija napisana u Java programskom jeziku. Deo koda za kontrolu sedmosegmentnog displeja, koji je napisan u Arduino okruženju, prikazan je u dodatku I.

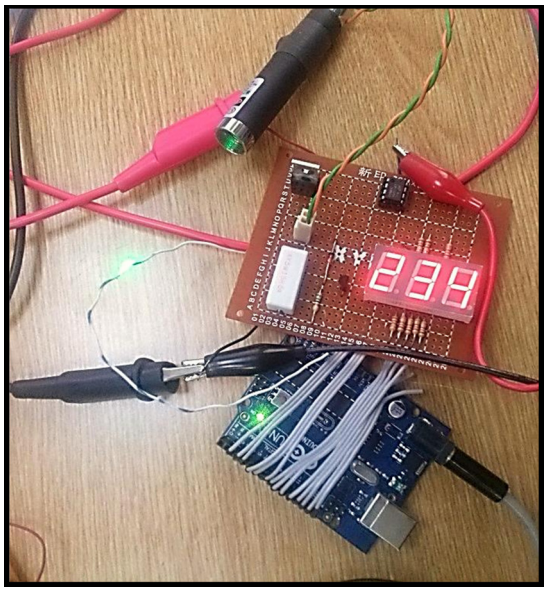


Slika 4. Raspored pinova sedmosegmentnog displeja sa tri cifre

IV. TESTIRANJE PROTOTIPA

Prototip smo testirali sa odgovarajućim laserskim pokazivačem, za koji je i bio predviđen. Pri strujama koje su manje od 166 *m*A laser ne svetli. Pri tome, prag struje iznosi 166 *m*A jer povećanjem struje iznad ove vrednosti laser počinje da svetli. Izmerena zavisnost optičke snage lasera od struje kroz laser prikazana je u tabeli II i na slici 6.

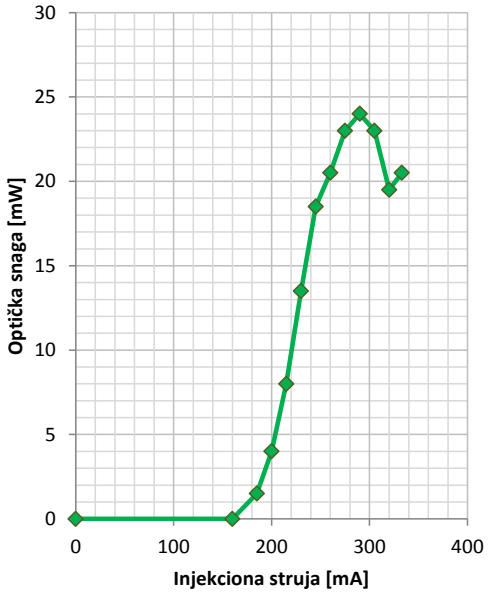
Maksimalna snaga koja se disipira na otporniku R_1 iznosi 1.5 W, dok se pri naponu napajanja od 12 V, na tranzistoru disipira do 0.75 W. S obzirom da smo koristili kemarički otponik maksimalne snge 5 W, njegova disipacija nije predstavljala problem, dok smo na izlazni trantistor montirali hladnjak. Električna snaga koja se disipira na laseru iznosi (prema tabeli I) oko 1.6 W, dok je maksimalna izlazna optička snaga (prema tabeli II) oko 25 *m*W. Deljenjem ovih dveju vrednosti se jednostavno dolazi do zaključka da je ukupna eksterna efikasnost konverzije lasera u najboljem slučaju 1.5%.



Slika 5. Kontrolisanje displeja preko Arduina

TABELA II
IZMERENE VREDNOSTI INJEKCIONE STRUJE LASERA I IZRAČENE OPTIČKE SNAGE

Struja [*m*A]	Opt. snaga [*m*W]	Struja [*m*A]	Opt. snaga [*m*W]
0	0.0	260	20.5
160	0.0	275	23.0
185	1.5	290	24.0
200	4.0	305	23.0
215	8.0	320	19.5
230	13.5	333	20.5
245	18.5		



Slika 6. Zavisnost optičke snage lasera od struje lasera

V. DODATAK

Pregled dela softvera kojim Arduino kontroliše pokazivanje injekcione struje na sedmosegmentnom displeju sa tri cifre dat je u nastavku.

```
// definisanje pinova
int c3 = 4, c2 = 3, c1 = 2;  //cifre 1, 2 i 3
// pin11 na displeju = pin5 na arduinu
int pin11 = 5, pin10 =  6, pin7 =  7, pin1 = 8,
    pin2  = 9, pin3  = 10, pin4 = 11, pin5 = 12,
    inputPin = A0;
// setup se izvrsava samo jednom nakon reseta
void setup() {
  // setovanje izlaznih digitalnih pinova
  pinMode(c1, OUTPUT);
        ...
  pinMode(pin5, OUTPUT);
  // setovanje ulaznih analognih pinova
  pinMode(inputPin, INPUT);
}
void clear() {
  digitalWrite(pin11, HIGH);
        ...
  digitalWrite(pin5, HIGH);
}
void zero() {
  // ukljuci LED segment
  //(LOW = ukljucen, HIGH = iskljucen)
  digitalWrite(pin11, LOW);
  digitalWrite(pin10, LOW);
  digitalWrite(pin7, LOW);
  digitalWrite(pin1, LOW);
  digitalWrite(pin2, LOW);
  digitalWrite(pin3, HIGH);
  digitalWrite(pin4, LOW);
  digitalWrite(pin5, HIGH);
}
// Definisanje ostalih brojeva se vrši na slican
način, potrebno je samo voditi računa o poziciji LED
dioda segmenata.
void nine() {
  zero(); // pocinjemo od nule
  digitalWrite(pin1, HIGH); // ugasimo segment E
  digitalWrite(pin5, LOW); // upalimo segment C
}
void digit(int a) {
  switch(a){
    case 0: // cifra 'nula'
      zero(); break;
        ...
    case 9: // cifra 'devet'
      nine(); break;
    default:   // ako nije 0-9,
      clear(); // svi segmenti se gase
  }
}
void number(int x) {
    int a = x/100;
    int b = (x-100*a)/10;
    int c = (x-100*a-10*b);
    digits(a,b,c);
}
void selectDigit(int i) {
  //ukljuci cifru: HIGH nivo na anodi displeja
  digitalWrite(i, HIGH);
  delay(3);   // sacekaj malo (3 milisekunde)
  //iskljuci cifru: LOW nivo na anodi
  digitalWrite(i, LOW);
}
void digits(int a, int b, int c) {
  digit(a); selectDigit(c1);
  digit(b); selectDigit(c2);
  digit(c); selectDigit(c3);
}
// loop rutina se vrti stalno iznova
void loop() {
  int level = analogRead(inputPin);
  float voltage = level / 1024. * 5.;
  float current = voltage / 15.;
  int milliamps = (int)(current * 1000.);
  number(milliamps);
}
```

VI. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje linearni drajver konstantne struje za laserski pokazivač. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa čija je validnost ispitana korišćenjam simulatora. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i diskretnih komponenti, i njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima uz pomoć osciloskopa i unimera.

Detaljno je opisana šema linearnog drajvera, i opisan je skoro ceo program za mikrokontroler (Arduino). Projekat je uspešno realizovan, uz pomoć profesora, bez koga bi ovo bilo teško izvodljivo.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 6. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Wikipedija, članci: „Laser i poluprovodnički laseri“, dostupno putem interneta na: http://sr.wikipedia.org/sr/Laser *http://sr.wikipedia.org/wiki/Poluprovodnički_laseri*

[2] Wikipedija,članak „Diode-pumped solid-state laser“, na engleskom, dostupno putem interneta na: *http://en.wikipedia.org/wiki/Diode-pumped_solid-state_laser*

[3] Tranzistor BD243 kataloški podaci: *http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/fairchild/BD243.pdf*

[4] Sedmosegmentni displej, onlajn dokumentacija dostupna na: *http://www.etf.ucg.ac.me/materijal/1366097946INDIKATORI.pdf*

[5] Sedmosegmentni displej, kataloški podaci *http://www.ledled.us/kpt-5361a-bx.pdf*

[6] Arduino osnovni podaci, dostupno putem interneta na: *http://sr.wikipedia.org/wiki/Arduino*

Pojačavač sa automatskom kontrolom pojačanja za optički prijemnik

Aleksandar Ljubić, Stanko Stević

Sadržaj — U ovom projektu se bavimo projektovanjem i realizacijom pojačavača sa automatskom kontrolom pojačanja koji će se koristiti kao glavni pojačavač u optičkom prijemniku.

I. UVOD

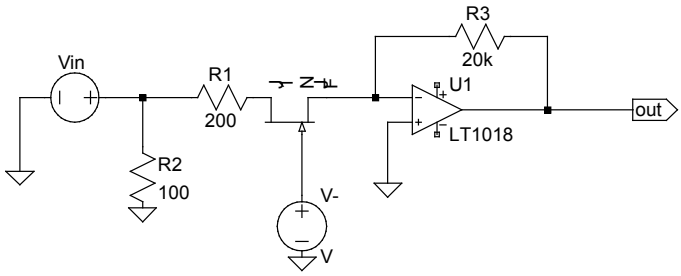
Digitalni optički prijemnik funkcioniše tako što primljeni optički signal, nakon konverzije u električni, pojačava i dovodi do kola za odlučivanje koje na osnovu nivoa odlučuje da li predajnik pokušava da pošalje nulu ili jedinicu. Međutim, da bi prijemnik mogao da se koristi u različitim uslovima eksplotacije, potrebno je da napon na ulazu u kolo za odlučivanje ima standardne, unapred dogovorene nivoe signala za jedinicu i nulu. Kako u različitim uslovima različita količina svetlosti dolazi do prijemnika, jedan od načina da signali budu uniformnog nivoa jeste implementacija pojačavača sa promenljivim pojačanjem. Prednost ovog načina realizacije u odnosu na druge je što može da se koristi i za analogne i za digitalne prijemnike, zato što je linearan.[2] Ako je nivo signala na ulazu mali, pojačavač će imati veliko pojačanje, i obratno: ako je nivo signala na ulazu veliki, pojačavač mora da ima malo pojačanje. Kada se problem ovako postavi, već je intuitivno jasno da mora da postoji povratna sprega koja je negativna ako je nivo izlaznog signala preveliki, i pozitivna u suprotnom slučaju kada je nivo izlaznog signala premali. Ovakvi pojačavači sa promenljivim pojačanjem u kolu povratne sprege se obično zovu pojačavači sa automatskom kontrolom pojačanja (eng: AGC – Automatic Gain Control).[2]

U ovom projektu naš cilj je bio realizacija AGC pojačavača korišćenjem JFET tranzistora kao naponom kontrolisanog otpornika[3]. Izabrali smo JFET a ne drugi, recimo MOSFET, jer je MOSFET osetljiv na statički elektricitet kada nema zaštitno kolo na ulazu, i naša motivacija je bila da izbegnemo taj rizik.[1]

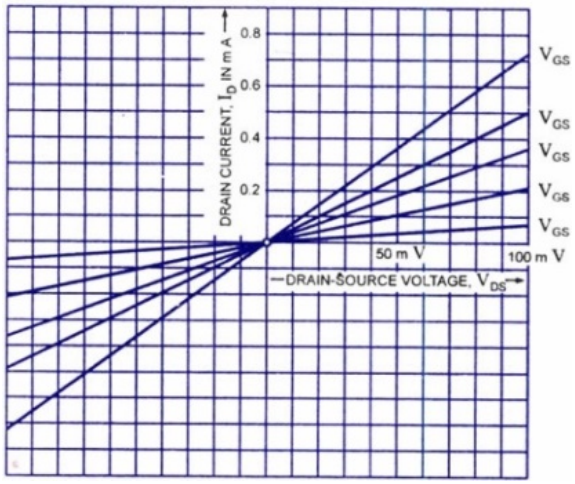
II. POČETAK RADOVA I JFET

Naš prototip, koji je kasnije široko nadograđen povratnom spregom nalazi se na slici 1. Glavni zadatak pre bilo kakve realizacije kola bio je testiranje JFET tranzistora da ustanovimo da li ima pogodne karakteristike potrebne za naš pojačavač(da li može da radi kao naponom kontrolisan otpornik- idealne karakteristike naponski kontrolisanog otpornika na slici 2).

A.Ljubić i S.Stević su studenti treće godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mail: lukrecijeiii@yahoo.com, stankostevic91@gmail.com).



Slika 1. Prototip pojačavača

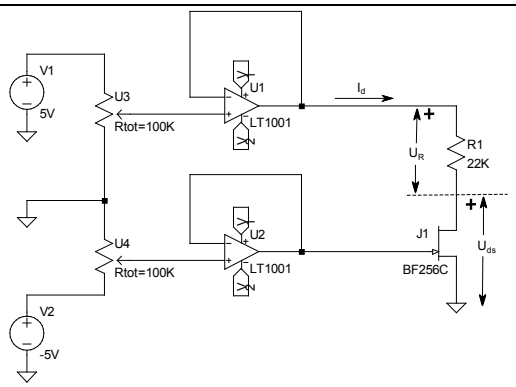


Slika 2. Idealne karakteristika naponski kontrolisanog otpornika[6]

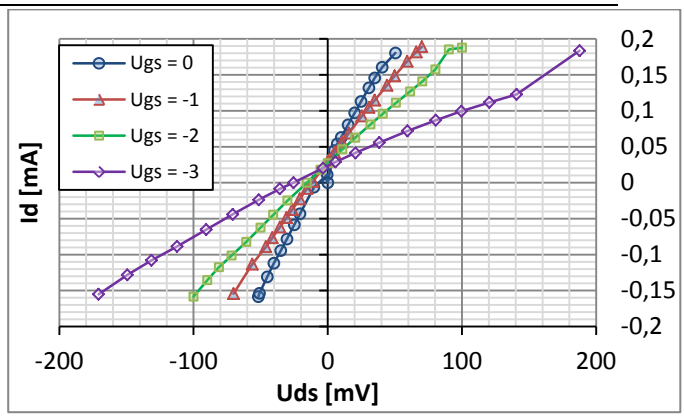
Za testiranje našeg JFET tranzistora mi smo osmislili a zatim i realizovali kolo na slici 3. Korišćen je N-Kanalni BF256C tranzistor[5] i njegova karakteristika se nalazi na Slici 4. Za realizaciju smo koristili otpornik od 22kΩ, dva potenciometra, i ulaz za napajanje na +/- 5V kao i TL082 dvostruki JFET operacioni pojačavač. Karakteristike BF256C tranzistora smo izmerili pomoću unimera, a zatim mu napravili karakteristiku koristeći se formulom (1)

$$I_d = \frac{Ur}{22k\Omega} = Ur * 0.045[mA] \quad (1)$$

Očigledno je da se naš tranzistor ponaša onako kako smo i očekivali, tj. da će se tranzistor u kolu ponašati kao naponski kontrolisan otpornik, stoga nastavljamo sa realizacijom našeg projekta.



Slika 3. Kolo za određivanje karakteristike JFET tranzistora



Slika 4. Karakteristika BF256C tranzistora

Tabela 1. Merenja za BF256C tranzistor

	Ugs = 0	
Id [mA]	Ur [V]	Uds [mV]
-0.1584	-3.52	-51.7
-0.1539	-3.42	-50.9
-0.131	-2.91	-45.1
-0.1121	-2.49	-40.2
-0.0945	-2.1	-35
-0.0783	-1.74	-30.4
-0.0585	-1.3	-24.9
-0.0432	0.96	-20.7
-0.0063	-0.14	-10.3
0.01125	0.25	-0.5
0	0	0
0.045	1	5
0.054	1.2	7
0.063	1.4	10
0.08055	1.79	15.1
0.0972	2.16	20.1
0.11295	2.51	24.8
0.13185	2.93	30.6
0.1458	3.24	35
0.16065	3.57	40.6
0.18045	4.01	50.4

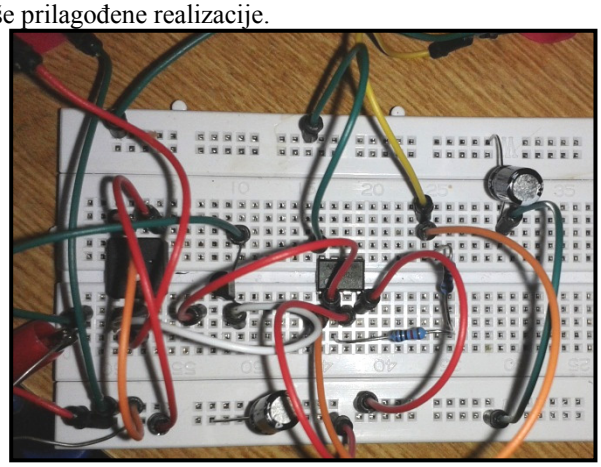
	Ugs = -1	
Id [mA]	Ur [V]	Uds [mV]
-0.1544	-3.43	-70.2
-0.1134	-2.52	-56.3
-0.0891	-1.98	-46.1
-0.0765	-1.7	-41.3
-0.0617	-1.37	-35.6
-0.0486	-1.08	-30.7
-0.0374	-0.83	-26.4
-0.0225	-0.5	-20.8
-0.0081	-0.18	-15.4
0.0018	0.04	-10.9
0.0301	0.67	0.1
0.0423	0.94	5
0.0567	1.26	10.6
0.0688	1.53	15.7
0.0927	2.06	25.4
0.1048	2.33	30.7
0.1147	2.55	35
0.1354	3.01	44.1
0.1485	3.3	49.8
0.1687	3.75	59.1
0.1818	4.04	65.9
0.189	4.2	70.1

	Ugs = -2	
Id [mA]	Ur [V]	Uds [mV]
-0.1584	-3.52	-100
-0.1355	-3.01	-89.7
-0.1175	-2.61	-81.1
-0.1013	-2.25	-71.6
-0.0824	-1.83	-60.7
-0.0626	-1.39	-50.1
-0.0446	-0.99	-40.6
-0.0248	-0.55	-30
0	0	-15.6
0.018	0.4	-5.3
0.027	0.6	0
0.0463	1.03	10.9
0.0625	1.39	20.5
0.081	1.8	31.8
0.0958	2.13	41
0.1111	2.47	50.8
0.1269	2.82	61.4
0.1408	3.13	70.5
0.1575	3.5	80.2
0.1854	4.12	90.3
0.1876	4.17	100

	Ugs = -3	
Id [mA]	Ur [V]	Uds [mV]
-0.1553	-3.45	-170.8
-0.1283	-2.85	-149.4
-0.108	-2.4	-131.4
-0.0887	-1.97	-112.3
-0.0653	-1.45	-90.6
-0.0441	-0.98	-70.8
-0.0239	-0.53	-51.4
-0.0086	-0.19	-35.7
0	0	-25.5
0.02025	0.45	-3.6
0.0288	0.64	5.7
0.0414	0.92	20.6
0.0558	1.24	38.4
0.072	1.6	59.4
0.08685	1.93	80.5
0.09945	2.21	99.6
0.1116	2.48	120.4
0.12285	2.73	140.7
0.1836	4.08	187.6

III. TESTIRANJE KOLA

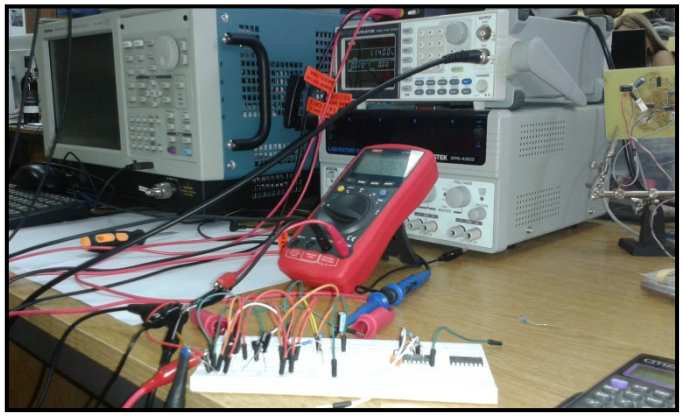
Kako je utvrđeno da nam odabrani tranzistor daje karakteristike koje su nam potrebne, potrebno je izračunati pojačanje koje ćemo dobiti iz našeg kola, kao i da osmislimo celokupnu šemu našeg kola. Na tabeli 2. nalaze se vrednosti pojačanja prilikom prilagođavanja konačne šeme, koja se nalazi na slici 8. Pojačanje prikazano tabelom je predstavljeno slikom 7. Primećuje se da se drugo merenje znatno razlikuje od prvog i trćeg, i posle inspekcije rezultata nalazimo da nam se desila greška pri računu zbog neupisivanja određenih vrednosti. Pri merenjima smo koristili digitalni multifunkciski instrument UTG06 koji je bio dostupan u labaratoriji prikazan na slici 6. i prilikom direktnog merenja nije uzeta u obzir apsolutna greška mernog sistema. Na slici 5. je prikazan izgled naše prilagođene realizacije.



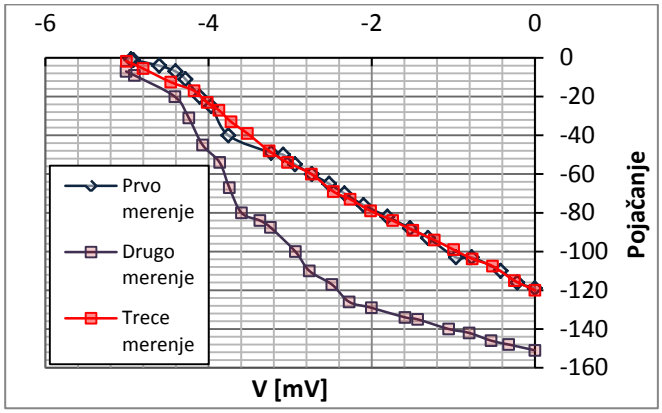
Slika 5. Protoploča sa postavkom za merenje karakteristika tranzistora prema slici 3.

IV. REZULTATI SIMULACIJE

Simulacija kola izvedena je u grafičkom simulacionom okruženju LT Spice. Kompletna šema koju smo projektovali prikazana je na slici 8. Strujni izvor u šemi predstavlja refererentni napon od +/-5V koji dovodimo na operacione pojačavače. Na ovoj šemi se jasno vidi povratna sprega koju sprovodimo na gejt tranzistora.



Slika 6. Instrumenti korišćeni pri merenju



Slika 7. Karakteristika pojačanja

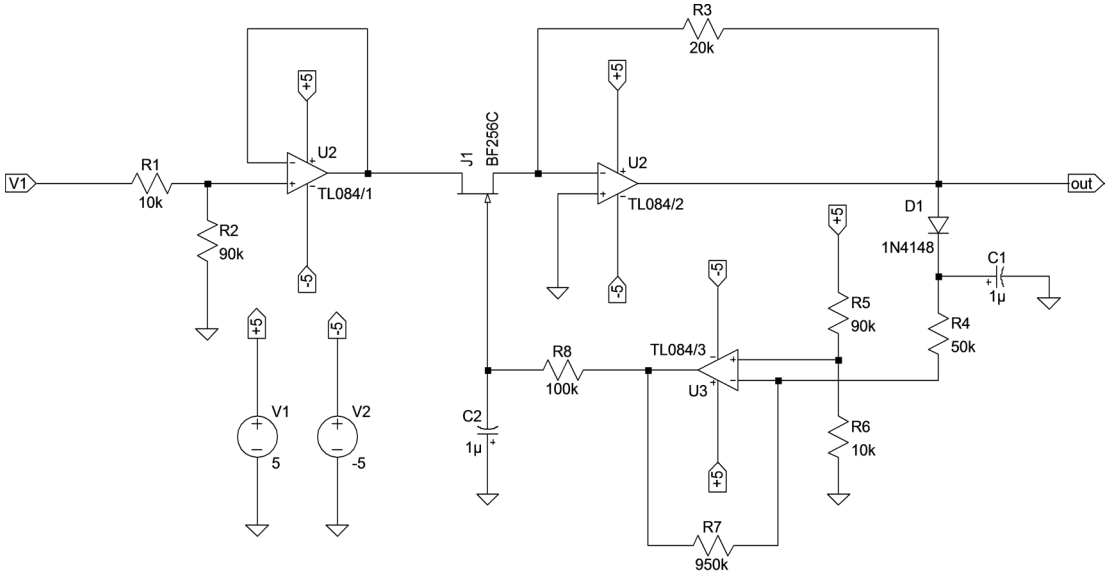
Tabela 2. Pojačanje tranzistora

Prvo merenje		Drugo merenje		Trece merenje	
V	Pojačanje	V	Pojačanje	V	Pojačanje
0	-119	0	-151	0	-120
-0.217	-116	-0.323	-148	-0.251	-115
-0.421	-110	-0.538	-146	-0.521	-107.5
-0.776	-103	-0.807	-142	-0.769	-103.75
-0.968	-103	-1.058	-140	-0.998	-99
-1.31	-93	-1.438	-135	-1.234	-94
-1.531	-88	-1.593	-134	-1.498	-89
-1.809	-82	-2.006	-129	-1.745	-84
-2.102	-76	-2.277	-126	-2.015	-79
-2.335	-70	-2.489	-117	-2.265	-73
-2.523	-65	-2.765	-110	-2.472	-69
-2.734	-60	-2.937	-100	-2.741	-60
-2.94	-55	-3.242	-87.5	-3.032	-54
-3.086	-50	-3.371	-84	-3.259	-48
-3.232	-49	-3.597	-80	-3.525	-39
-3.758	-40	-3.746	-67	-3.725	-33
-3.968	-25	-3.865	-54	-3.874	-27
-4.109	-20	-4.073	-45	-4.017	-23
-4.283	-11	-4.243	-31	-4.177	-17
-4.406	-7	-4.414	-20	-4.465	-12.5
-4.605	-4	-4.91	-9	-4.804	-5.5
-4.924	-1.125	-5.011	-7	-5.008	-1.75
-4.95	-0.775				

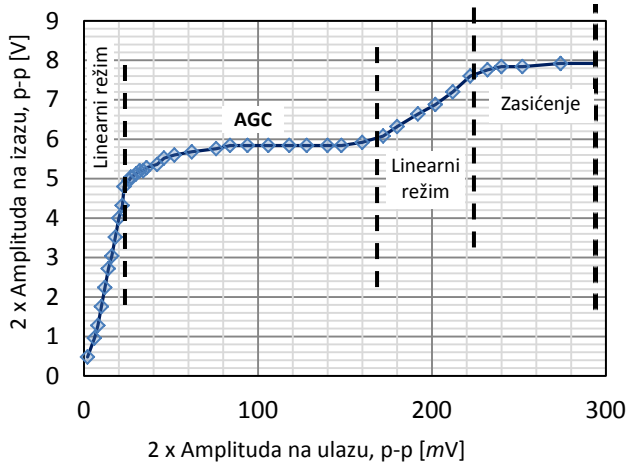
Ulazni signal, koji prolazi kroz otpornike i operacioni pojačavač, dovodimo na drejn a onda izlaz iz sorsa šaljemo kroz još jedan operacioni pojačavač, a zatim na izlaz i povratnu spregu koja se sastoji od diode, kondenzatora, dva otpornika i operacionog pojačavača. Zbog negativne povratne sprege, ulazi + na operacionim pojačavačima se vode na masu.

V. Praktična realizacija i Rezultati merenja

Pri praktičnoj realizaciji kola lemljenjem komponenti na raster pločicu koristili smo: otpornike od 10kΩ, 20kΩ, 50kΩ, 90kΩ i 125kΩ; TL084A četvorostruke operacione pojačavače[4]; BF256C JFET N-kanalni tranzistor, PH4148 diodu; konderzator od 20µF za razliku od onoga na šemi koji je bio 10 µF. Izvučene su linije za ulazni signal, napajanje od +/-5V, izlaznu liniju iz kola i masu. Nakon realizacije smo pristupili testiranju prototipa. Od interesa je bilo da potvrdimo karakteristike koje smo dobili simulacijom. Korišćenjem napajanja od +/-5V, promenljivog ulaznog signala i osciloskopa izvršili smo konačni test pojačavača čiji su rezultati prikazani u Tabeli 3. Koristeći se rezultatima dobijenim u Tabeli 3. za ulazni i izlazni signal (CH1 i CH2) dobili smo karakteristiku pojačanja sistema koja nam je dala dobar uvid u rad našeg pojačavača.



Slika 8. Kompletna šema pojačavača



Slika 9. Karakteristika pojačanja

Iako je bilo moguće poboljšanje karakteristika našeg sistema daljim promenama parametara komponenti i korišćenjem drugih komponenti, cilj našeg projekta je ispunjen. Dobili smo karakteristiku približnu onoj koja nam je bila potrebna, što nam govori da bi daljim modifikacijama našeg kola mogli da se više približimo idealnoj karakteristici ovakvog pojačavača. Što se tiče slike 9. koja predstavlja karakteristiku pojačanja, pri malim vrednostima amplitude na ulaza imamo linearni režim rada koji predstavlja zonu velikog pojačanja, potom nailazimo na AGC zonu gde se JFET ponasa kao naponom kontrolisani otpornik, potom tranzistor opet ulazi u linearni režim a zatim naš tranzistor ulazi u zonu zasićenja.

VI. Zaključak

Zadatak projekta bio je da se realizuje pojačavač sa automatskom kontrolom napona(ostvaren povratnom spregom) za optički signal. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa čija je validnost ispitana korišćenjem simulatora. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i diskretnih komponenti, i njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima.

Zahvalnica

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 6. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

Literatura

[1] A. Marinčić, *Osnovi optoelektronskih komunikacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 1986.
[2] G. P. Agrawal, *Fiber-Optic Communication Systems*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2010.
[3] J-FET, Wikipedia, Wikipedia, the free encyclopedia,
[4] Electrokit, *TL084 GENERAL PURPOSE J-FET QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS*
[5] Fairchildsemi, *BF256A/BF256B/BF256C N-Channel RF Amplifiers*, kataloški podaci
[6] Circuitstoday , *FET as a VVR-Voltage Variable Resistor*

Prepoznavanje oštećenja na tekstilu korištenjem Gaborovog filtera

Almir Vardo

Sadržaj - Kontrola industrijskih materijala na osnovu vida, kao što su papir, drvo ili tkanina zahtjevaju razvoj tehnika za segmentaciju oštećenja koje se temelje na analizi teksture. U ovom radu je primjenjeno višekanalno filtriranje koje imitira ljudski proces vida. Korišteni su principi sjedinjavanja slika kako bi se prepoznalo oštećenje. Raspored pređe i intenzitet slike su korišteni kao ključni parametri za podešavanje algoritma. Prezentirano je nekoliko uzoraka sa greškama. Rezultati su pokazali da algoritam odgovara zadatku uočavanja greški na tekstilu.

I. UVOD

Problemi industrijske inspekcije su obično vrlo složeni i zahtijevaju integrirana rješenja koja mogu biti realizirana u stvarnom vremenu. Neki od najizazovnijih problema industrijske inspekcije je nositi se sa sastavom materijala, kao što su tekstilni materijali. Treba napomenuti da problemi koji se javljaju na tekstilima homogenog rasporeda predstavljaju analizu na mikroskopskom nivou. Otkrivanje grešaka na tkanini predstavlja jedan od najintrigantnijih i najtežih problema računarske vizije koji zaokuplja inžinjere već više od petnaest godina. [1]

Razlike srednje vrijednosti sive boje na malom prostoru nisu uvijek dovoljne za detekciju oštećenja. Umjesto toga mora se oslanjati na vrijednosti sive boje u susjednim pikselima. Izdvajanje oštećenja podrazumjeva identifikaciju područja sa ravnomjernom teksturom na slici. Regija na slici ima stalnu teksturu ako skup lokalnog učinka ili drugih lokalnih osobina teksture su konstantni, sporo se mjenjaju ili su približno periodične. [3]

Različiti pristupi za otkrivanje grešaka na tekstilu se temelje na izdvajanju osobina u prostornoj domeni. U osnovi adaptivnog wavelet-a ima veliku osjetljivost na nagle promjene u strukturi uzrokovane oštećenjem.

Glavni doprinos ovog rada je:

1. Pravilo kombinovanja koje predlaže da se integriraju informacije iz različitih kanala. Ovaj pristup nudi visok stepen detekcije i nizak stepen lažnih alarma.
2. Uvođenje 'varijable osjetljivosti' poboljšava performanse razvijenog algoritma pri prisustvu nečistoća prediva.
3. Visoka osjetljivost i mala konvoluciona maska čini ovaj algoritam računski isplativ a time povećava i real-time performanse.
4. Predstavljena je detekcija oštećenja pomoću Gaborovog filtera.

Almir Vardo, Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet
E-mail: avardo1@etf.unsa.ba

II. GABOR FILTER

Gabor filer je linearni filter koji se koristi za detekciju ivice u obradi slike a ime je dobio po Dennisu Gaboru. Orijentacije i frekvencije Gabor filtera su slične frekvencijama i orjentacijama za ljudski vizuelni sistem za predstavljanje teksture i razlikovanje tekstura. Sinusoidalna ravan je modulisana 2D Gaborovim filterom čije jezgro je Gaussova funkcija u prostornom domenu. Od jednog wavelet roditelja svi Gabor filteri mogu nastati dilatacijom i rotacijom pa su tako Gabor filteri slični jedni drugima. Harmonijska funkcija pomožena sa Gaussovom funkcijom daje impulsni odziv Gaborovog filtera. Konvolucija Fourierove transformacije Gaussove funkcije i Fourierova transformacija harmonijske funkcija je Fourierova transformacija impulsnog odziva. Ortogonalni pravci su predstavljeni imaginarnim i realnim dijelom filtera. Ove dvije komponente se mogu spojiti u kompleksni oblik ili koristiti odvojeno.

U principu, dvodimenzionalna Gaborova funkcija je izražena kao [2]:

$$f(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y}e^{[-\frac{1}{2}(\frac{x^2}{\sigma_x^2}+\frac{y^2}{\sigma_y^2})]}e^{(2\pi j u_o x)} \quad (1)$$

Gdje u_o predstavlja frekvenciju Gaborove funkcije. Konstante σ_x i σ_y predstavljaju dužinu Gaussove ovojnice duž x i y-ose.

Koristeći (1) kao maticu gabor wavelet-a možemo dobiti odgovarajuću banku filtera pomoću odgovarajuće dilatacije i rotacije funkcije *f(x,y)* kroz generičku funkciju:

$$f_{pq}(x,y)=\alpha^{-p}f(x',y') \quad (2)$$

$$\begin{aligned} x' &= \alpha^{-p}(x\cos\theta_q + y\sin\theta_q) \\ y' &= \alpha^{-p}(-x\sin\theta_q + y\cos\theta_q) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\alpha>1;\ p=1,2,...,S;\ q=1,2,...,\mathrm{L} \quad (4)$$

Parametri p i q predstavljaju indekse skala (dilatacija) i orjentacija, respektivno. S je ukupan broj skala a L je ukupan broj orjentacija. Za svaku orjentaciju q ugao θ_q je dat kao:

$$\theta_q = \frac{\pi(q-1)}{L} \quad (5)$$

Važna osobina Gaborovog filtera je mogućnost postizanja maksimalne lokalizacije ili rezolucije i u prostornom i u prostorno-frekventnom domenu. Jedan od nedostataka je činjenica da filteri nisu ortogonalni ali su kompletni za prikazivanje vizuelnih informacija. gabor filter svoju osobinu izdvajanja osobina duguje mogućnosti podešavanje orjentacije filtera za svaku odabranu frekvenciju, koja zavisi od broja skala.

Otkrivanje grešaka na tekstilnom materijalu može biti izvedeno pomoću Gabor filtera za već poznata oštećenja. Kao što je predloženo od strane Dunn i Higgins-a [5] optimalni Gabor filteri se mogu napraviti od filtera koji imaju središnju frekvenciju koja daje minimalnu grešku pri klasifikaciji. Dobijena slika je filtrirana sa ovim optimalnim Gaborovim filterom i oštećenje može biti segmentirano u odnosu na neki prag . Kako se nositi s velikim rasponom oštećenja, detekcija oštećenja bez nadzora je pogodna za inspekciju tekstila i detaljno je opisana u sljedećim poglavljima.

III. IZDVAJANJE OBILJEŽJA

Karakteristike slike se dobiju filtriranjem (konvolucijom) slike sa svakim od filtera iz banke filtera. Dobijanje svakog filtera pojedinačno objašnjeno je u prethodnom poglavlju. Ukupan broj filtera u banci je *S*L* (*broj skala*broj orjentacija*). Konvolucija se vrši konvolucionom maskom dimenzija 39*x*39 piksela a pomjeranje maske je za 1 piksel i po x i po y-osi. Maska manjih dimenzija nije dala dobre rezultate.

Koristimo realni ili amplitudni slika dobijenih konvolucijom. U našem slučaju amplitudni dio je davao mnogo bolje rezultate u odnosu na realni.

IV. DETEKCIJA OŠTEĆENJA

Jedna od prednosti ovog filtera što detekciju oštećenja vršimo direktno koristeći vektor obilježja dobijen na način objašnjen u prethodnom poglavlju. Iz tog vektora obilježja izdvajamo *S*L* slika koje nam služe da dobijemo konačnu sliku prema algoritmu:

$$D_{pq}(x,y) = \begin{cases} R_{pq}(x,y), \mid R_{pq}(x,y) - \mu_{pq} \mid \geq \mathrm{K}\nu \\ 0, \text{inače} \end{cases} \quad (6)$$

Gdje D_{pq} predstavlja sliku dobijenu obradom algoritma, R_{pq} sliku dobijenu konvolucijom filtera p-skale i q-orjentacije sa slikom koju obrađujemo, μ_{pq} predstavlja srednju vrijednost R_{pq} slike i ν srednja vrijednost svih srednjih vrijednosti konvoluiranih slika. K predstavlja koeficijent osjetljivošću kojim ustvari određujemo da li je na tom pikselu oštećenje tekstila.

V. SJEDINJENJE SLIKA

Zadatak modula stapanja slika je kombinovanje svih piksela koji imaju veliku vjerovatnoću da budu oštećene u jednu sliku.

Algoritam sjedinjuje (sabire) sve slike koje su ujedno prošle dio za detekciju oštećenja. Na kraju se tako dobijena slika podijeli sa ukupnim brojem slika kako bi se dobila slika(Z) koja je srednja vrijednost svih slika Gaborovog filtera.

$$Z = \frac{1}{p \square q} \sum_{i=1}^{p \square q} D_i \quad (7)$$

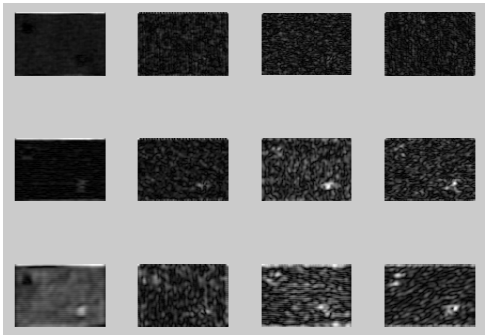
VI. REZULTATI

Implementaciju algoritma smo radili u programskom paketu MATLAB.

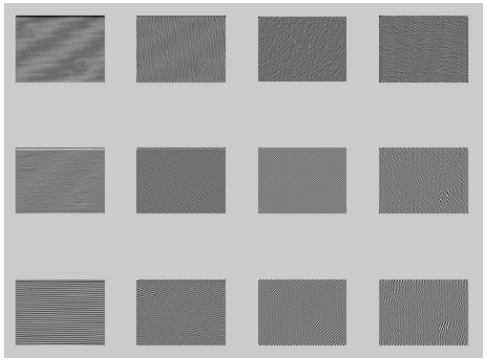
Prvo šta smo morali odrediti je broj skala i broj orijentacija. Broj skala u principu predstavlja broj nivao intenziteta sive na slici koja se uzorkuje dok broj orijentacija možemo povezati sa brojem orjentacija koje mi prividno možemo uočiti na slici. To određujemo individualno i u kombinaciji sa slikama koje dobijemo filtriranjem. Uzastopnim mjenjanjem broja skala i orjentacija možemo dobiti odlične parametre za određenu sliku međutim cilj ovog rada je da se dobije algoritam koji će moći prepoznati oštećenje na svakoj slici i to za parametre koji se jednom postave. Još jedan bitan dio je da li koristiti realni dio dobijenih slika ili amplitudni dio. Kroz filtriranje više slika smo došli do zaključka da je bolje koristiti amplitudni dio a i ovom algoritmu to odgovara, razlog je što ne koristi sliku bez oštećenja kao referentnu već vrši poređenja na slici koju trenutno dobije za uzorkovanje.

Broj skala i orjentacija se mjenja u dijelu programa koji je zadužen za formiranje banke Gabor filtera, tj prilikom funkcije gaborFilterBank i mi smo postavili vrijednosti 5 i 8, broj skala i orjentacija respektivno. Sve u cilju da bi parametri bili pogodni za sva oštećenja.

Sada ćemo za sliku sa oštećenjem prikazati promjene u detekciji prilikom promjena skala i orjentacija.



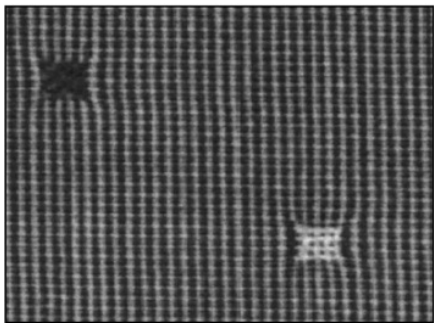
Slika 1. Amplitudni dio slika Gaborovih filtera



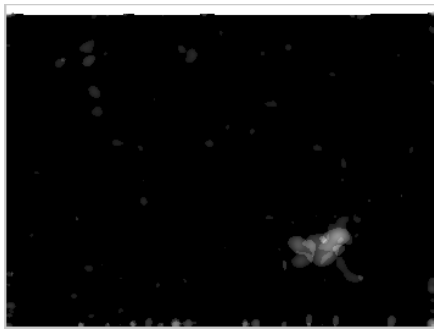
Slika 2. Realni dio slika Gaborovih filtera

Za odlučivanje kojeg dijela Gaborovog filtera ćemo koristiti za detekciju oštećenja koristili smo 3 skale i 4 orjentacije. Sa slika vidimo da nam više infromacija o slici daje amplitudni dio.

Slijedeće što moramo odrediti je optimalan broj skala i orjentacija za sve slike. Ove parametre određujemo po osjećaju i višestrukim mjenjanjem dok ne dobijemo zadovoljavajuće rezultate.



Slika 3. Slika tekstila sa oštećenjem



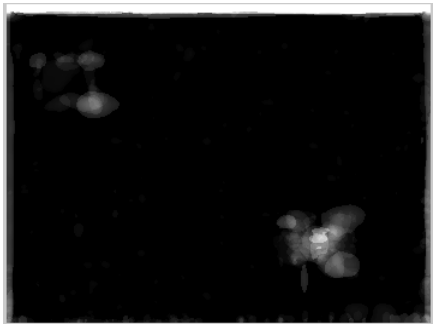
Slika 4. 2 skale, 4 orijentacije

Vidimo da sa povećanjem broja skala i orijentacija povećava se i tačnost detekcije oštećenja, međutim "state of the art" detektovanje greške ćemo platili velikim vremenom računanja pa moramo tražiti optimum između vremena računanja i tačnosti detekcije.

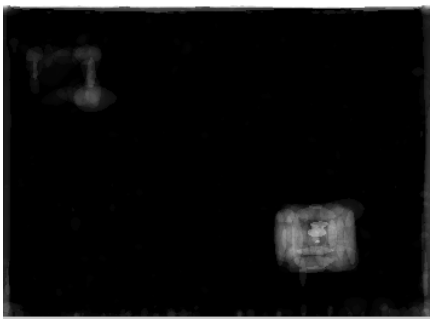
Da bi prešli na drugu stepenicu određivanja parametara moramo se odlučiti za broj skala i broj orjentacija. Naravno taj broj može varirati poslije mjenjanja drugih parametara ali ne mnogo. Mi smo se odlučili za 5 skala i 8 orjentacija.

Naredni parametri koje ćemo mjenjati su maksimalna vrijednost koju skala može imati i vrijednost varijanse Gaussove funkcije i frekvencije koju ima funkcija nosiocu jednačini Gaborovog filtera. Ovi parametri se nalaze u file-u *gaborFilterBank.m* i redom su predstavljeni kao *fmax , gamma, eta*.

Na narednim slikama 6 – 10. ćemo prikazati rezultate detekcije za različite vrijednosti parametara.



Slika 5. 4 skale , 8 orijentacija



Slika 6. 6 skala i 10 orjentacija

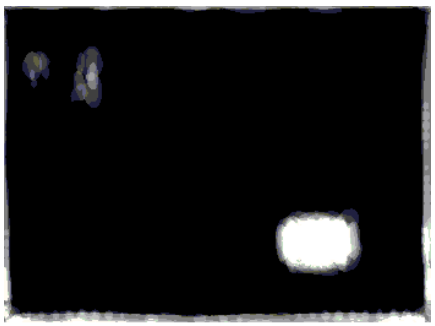


Slika 7. fmax= 0.25; gama = 0.5; eta =0.5; K=3

Već smo rekli da ćemo se fokusirati na broj skala 5 i broj orjentacija 8 što je bilo prihvatljivo na početku simuliranja filtera. Parametre maksimalne vrijednosti skale, varijansu Gaussove fukncije i frekvenciju signala nosioca smo mjenjali po filozofiji da jedan parametar džimo konstantnim a ostala dva izmjenjamo ili jedan mjenjanmo a druga držimo konstantnim što se pokazalo kao dobra filozofija.



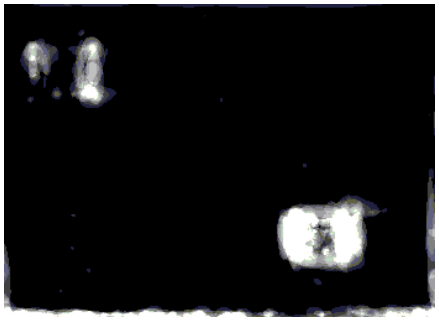
Slika 8. fmax = 0.25; gama = 0.25; eta =0.25; K=3



Slika 9. fmax = 0.625; gama = 0.8; eta =0.8; K=3



Slika 10. fmax = 0.125; gama = 0.25; eta **=0.25; K=2**



Slika 11. fmax = 0.125; gama = 0.8; eta =0.8; K=2.5, u=4, v=8

Maksimalna vrijednost skale koju treba koristiti je između 0.2 i 0.8 dok vrijednost varijanse i frekvencije 0.8 do 2. Kombinujući ove vrijednosti mogu se dobiti jako dobri rezultati za posmatranu tkaninu. Devijacija i frekvencija će bolje isfiltrirati grešku ali će je prikazati manjom pa ako imamo sitnu grešku na slici ona će biti zanemarana ukoliko ove dvije vrijednosti svatimo premalim.

Parametar koji smo ostavili za kraj mjenjanja je parametar koji je ideja ovog rada a to je faktor osjetljivosti algoritma – K. Na slikama 8. i 9. najbolje vidimo da ovaj faktor najviše utiče na prepoznavanje grešaka manjih dimenzija, što je faktor K veći to će greška manjih dimenzija na tektstilu biti propuštena. Njega možemo dovesti u vezi sa maksimalnom vrijednošću skale na slici (fmax), ta dva faktora utiču na dimenzije grešaka koje će biti prepoznate.

Na slici 11. smo pokazali da dobrim odabirom parametara možemo smanjiti broj skala i/ili orijentacija da dobijemo iste ili čak bolje rezultate. Ovo je jako bitno za real-time sisteme jer smanjenjem broja skala i orjentacija direktno utičemo na vrijeme izvšenja algoritma.

VII. ZAKLJUČAK

U radu je opisan postupak podešavanja Gaborovog filtera za prepoznavanje greške na tkanini. Kroz cijeli postupak su izvučeni zaključci koji mogu poslužiti prilikom određivanja parametara za drugi tip greške ili za podešavanje Gabor filtera za detekciju obilježja na bilo kojim drugim slikama.

REFERENCE

[1] C.H.Chan, H.Liu, T.Kwan, G. Pang, "Automated technology for fabric inspection system," *Conference onapplications of automation science and technology, City University of HongKong, Nov.24-26, 1998.*

[2] Ajay Kumar, Grantham K. H. Pang,," Defect Detection in Textured Materials Using Gabor Filters", *IEEE transactions on Industry aplications*, vol. 38, no. 2, March/April 2002.

[3] Ajay Kumar, Grantham Pang, "Defect detection in textured materials using Gabor filters", *Industrial Automation Research Laboratory*, The University of Hong Kong, 2000.

[4] Jaume Escofet, Rafael Navarro, Marı´a S. Milla´n, Josep Pladellorens, „Detection of local defects in textile webs using Gabor filters", *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, pp 2297–2307. , 1998.

[5] D. Dunn, W. E. Higgins, J. Wakeley, "Texture Segmentation using 2-D Gabor Elementary Functions", in *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume 16 Issue 2, pp 130-149. Frebruary 1994.

[6] Khaled Hammouda, Prof. Ed Jernigan, „Texture Segmentation Using Gabor Filters", *University of Waterloo, Ontario, Canada*, 2002.

[7] K.L.Mak and P.Peng, "An automated inspection system for textile fabrics based on Gabor filters," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol.24, Issue 3, pp.359-369.2008,

[8] K.L.Mak and P.Peng, "An automated inspection system for textile fabrics based on Gabor filters," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol.24, Issue 3, pp.359-369.,2008.

Upravljanje brzinom vrtnje DC motora

Fuad Hajdarević, Ilma Neimarlija

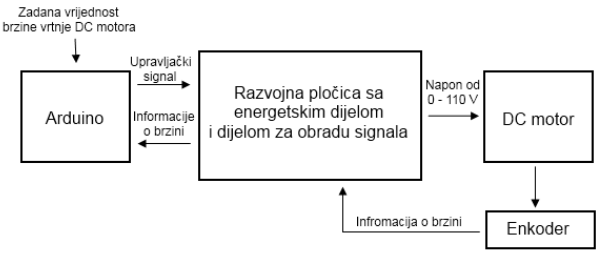
Sadržaj - U ovom radu je predstavljen proces dizajniranja i realizacije sistema za upravljanje brzinom vrtnje istosmjernog motora. Istosmjerni motor se napaja sa 110V istosmjernog napona, pri čemu je upravljanje brzinom vrtnje potrebno sprovesti samo u jednom smjeru vrtnje motora. Zadana vrijednost brzine motora se zadaje putem računara, pomoću kojeg pristupamo Arduinu, razvojnom okruženju sa kojim se upravlja konačnim sistemom. Arduino generiše upravljački signal i šalje ga u realni sistem, za što se koristi PWM izlaz arudina. Mjerenje brzine vrtnje motora vrši se pomoću enkodera i fotopara. Pomoću kola KA331 i dodatnih elektroničkih komponenti informacija o brzini se prilagođava za Arduino. Poređenje zadane vrijednosti i izmjerene vrijednosti vrši se programski. Prije regulacije, izvršena je identifikacija realnog sistema. Sintetiziran je PID regulator, te kaskadna regulacija za upravljanje brzinom vrtnje istosmjernog motora. Svi navedeni procesi koji predstavljaju bitne korake u realizaciji sistema su objašnjeni, kao i osnovni dijelovi sistema.

I. UVOD

Istosmjerni motori se danas koriste u različitim oblastima industrije. Smješteni su u mnogim proizvodima za korisničke, industrijske, medicinske i vojne primjene. U gotovo svim primjenama pokazuje se potreba kako za promjenom brzine tako i za promjenom smjera vrtnje motora. Dakle smjer, brzina i pozicija predstavljaju tri ključna parametra kada je u pitanju upravljanje istosmjernim motorima.

Promjena smjera vrtnje vrši se pomoću H-mosta kao pojačala snage. Motor koji je korišten u ovom projektu ima mogućnost vrtnje samo u jednom smjeru tako da regulaciju smjera vrtnje nije bilo neophodno vršiti. Drugi aspekt upravljanja DC motorima predstavlja upravljanje brzinom vrtnje DC motora. Brzina vrtnje motora je proporcionalna naponu priključenom na krajeve motora. Upravljanje promjenom tog napona upravlja se brzinom vrtnje DC motora. Za upravljanje brzinom se uglavnom koristi pulsno-širinska modulacija (PWM).

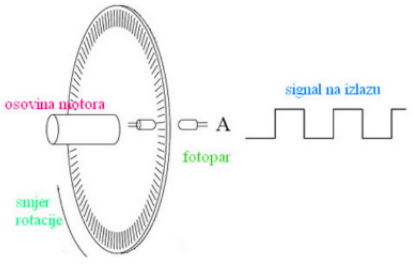
Na slici 1. prikazana je blok struktura sistema za upravljanje brzinom vrtnje DC motora. Referentna brzina vrtnje motora se zadaje putem računara koji je povezan sa Arduinom. Ukoliko se na Arduinu realizuje PID regulacija korištenjem PWM-a tada je izlaz iz Arduina PWM signal. PWM signal predstavlja četvrtke određene frekvencije, amplitude 5V, čija se popunjenost (duty cycle) mijenja programski. Ovaj PWM signal, odnosno upravljački signal se dalje vodi na razvojnu pločicu i to na energetski dio razvojne pločice, tako da se napajanje za motor generiše na osnovu upravljačkog signala. U skladu sa dovedenim naponom, osovina motora se okreće u jednom smjeru određenom brzinom. Enkoder, koji se sastoji od fotopara, mjeri brzinu vrtnje motora i generiše izlazni signal kao informaciju o brzini vrtnje, i to u vidu frekvencije. Ovakav izlazni signal sa fotopara se vodi na razvojnu pločicu i to dio pločice koji obrađuje signale. Tačnije, signal se dovodi na ulaz kila KA331 koji pretvara ovaj signal u odgovarajući naponski signal. Uz odgovarajuće dodatne pretvorbe signala, pripremljena informacija o brzini vrtnje motora se vodi na analogni ulaz Arduina. Na osnovu greške između zadane i izmjerene vrijednosti brzine vrši se PID regulacija pomoću Arduina, odnosno generiše se novi upravljački signal.



Slika 1. Blok struktura sistema za upravljanje brzinom vrtnje DC motora

II. MJERENJE BRZINE VRTNJE MOTORA

Rotacijski optički enkoder (enkoder sa osovinom) je elektromehanički uređaj koji pretvara ugaone pozicije osovine na analogni ili digitalni kod, čineći ga senzorom pomjeraja ili ugla zakretanja. Okretni davači kao što su enkoder sa diskom se koriste u mnogim aplikacijama koje zahtijevaju precizno praćenje ugaonog položaja osovine sa neograničenom rotacijom uključujući industrijske kontrolne trake, robotske aplikacije, te za precizne digitalne uređaje posebne namjene kao što su fotografske leće, računarske ulazne uređaje i rotirajuće radarske platforme. Postoje dva tipa enkodera: apsolutni i inkrementalni.Princip rada enkodera je prikazan na slici br.2.

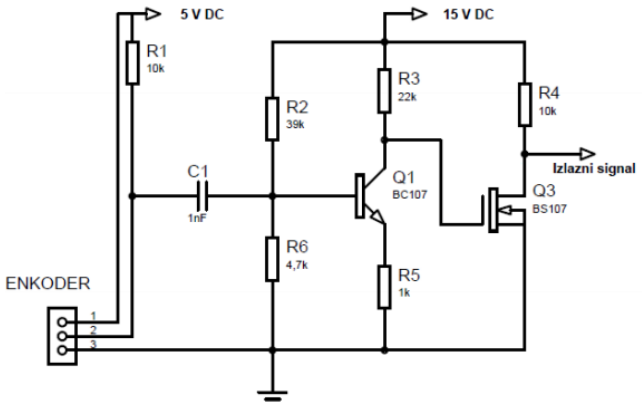


Slika 2. Princip rada enkodera

Fuad Hajdarević, Ilma Neimarlija, Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet. E-mail: fh15279@etf.unsa.ba

Uređaj omogućuje brojanje koraka sa optičkim senzorom, tj. sa jednim foto-parom (Foto-Darlingtonov optički prekidač) i jednim enkoderskim diskom, te posjeduje jedno dvostepeno tranzistorsko pojačalo koje pojačava izlazni signal. Za računar je napravljen direktni izlaz koji omogućava direktnu eksploataciju izlaznog signala.

Fotopar je u stanju vođenja ili kočenja odnosno daje napon na izlazu u vrijednosti 0 ili 0.3V zavisno od položaja enkodera. Razlog za ovako niskenaponske nivoe je u tome što je fotopar izveden sa otvorenim kolektorom. To znači da se na izlazu fotopara pojavljuju četvrtke određene frekvencije. Enkoder koji je upotrijebljen ima šest zareza, te je izračunato da je maksimalna frekvencija koju će fotopar registrovati iznosa 1 kHz. Signal sa fotopara nije moguće voditi direktno na kolo KA331 iz dva razloga. Prvi jeste taj što su naponski nivoi na izlazu iz fotopara niski te ih KA331 ne može registrovati. Drugi razlog je taj što na izlazu iz fotopara nemamo „čiste“ četvrtke koje su neophodne da bi kolo KA331 radilo.Šema pojačala snage je dat na slici br. 3 .

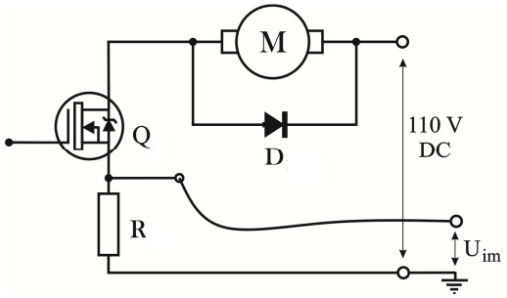


Slika 3. Elektronička šema pojačala snage za signal o brzini vrtnje motora

Problem prilikom realizacije uređaja je bio u vezi sa mjerenjem brzine i korištenjem kola KA331. Susreli smo se s velikim problemima prilikom traženja adekvatne metode za snimanje brzine obrtanja motora, te nismo bili u stanju prilagoditi signal na izlazu iz fotopara za kolo KA331.

III. MJERENJE STRUJE DC MOTORA

Za mjerenje struje motora bilo je neophodno obezbijediti otpornik koji ima visoku disipaciju, tako da može podnijeti visoki napon 110V i struju od nekoliko ampera. Ovaj otpornik je realizovan pomoću dva paralelno spojena otpornika niske otpornosti. Ovaj spoj postavljen je u seriju sa motorom i to na stezaljku motora prema masi. Ukupna otpornost ovog spoja iznosi $\approx 2\Omega$, te je napon mjeren na otporniku dijeljen sa njegovom otpornošću da bi dobili iznos struje koja teče kroz motor i kroz spoj paralelnih otpornika. Dio ukupne šeme koji odgovara mjerenju struje kroz motor prikazan je na slici 4.

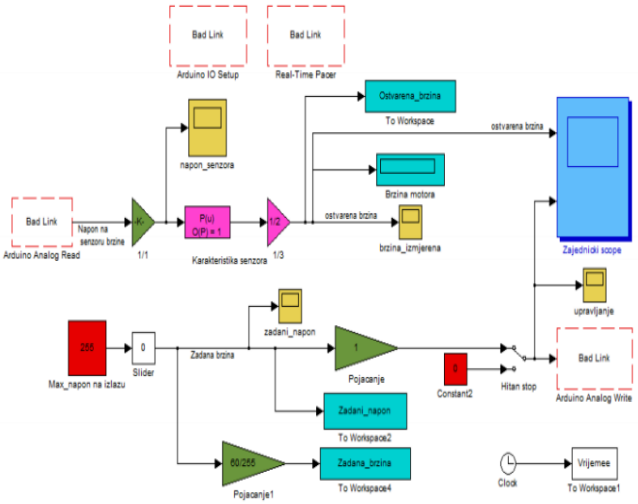


Slika 4. Otponik za mjerenje struje kroz DC motor

.

IV. IDENTIFIKACIJA PARAMETARA SISTEMA

Prvi korak prilikom sinteze regulatora jeste identifikacija sistema (objekta upravljanja, tj. motora). Što su bolje određeni parametri koji opisuju motor (prenosna karakteristika) to će dobijeni parametri regulatora biti precizniji, te će sama regulacija biti preciznija.
Motor korišten u realizovanom sistemu je DC motor, a uz određena zanemarenja, moguće je opisati prenosnom funkcijom prvog reda. Da bismo odredili parametre koji opisuju motor pretpostavit ćemo da je moguće zanemariti opterećenje na osovini motora (enkoder). Na slici br. 5 prikazan je simulink model za identifikaciju parametara sistema.

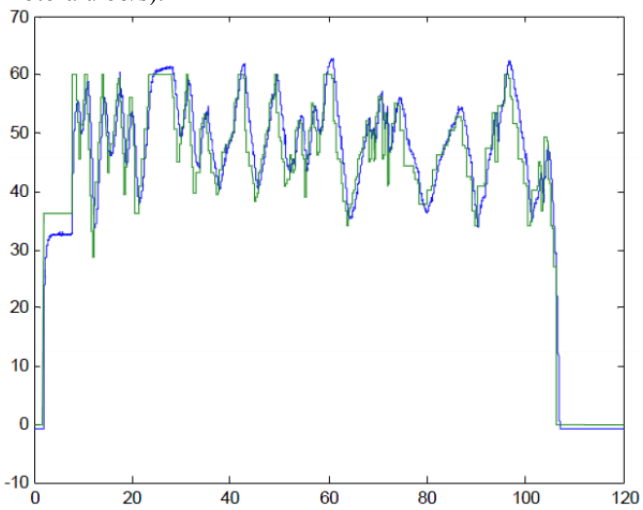


Slika 5. Simulink model za identifikaciju parametara sistema

Postupak određivanja prenosne funkcije motora će biti detaljno opisan, a izvodi se uz pomoć *IDENT Toolbox-a* (toolbox dostupan unutar samog MATLAB-a). Prije svega potrebno je snimiti odziv motora pomoću Arduina na random sekvencu promjene napona, koju smo dobili manuelnim generisanjem, upotrebom gain-a. Potrebno je napomenuti da analogni ulaz Arduina operiše sa desetobitnim vrijednostima, a digitalni izlaz sa osmobitnim,

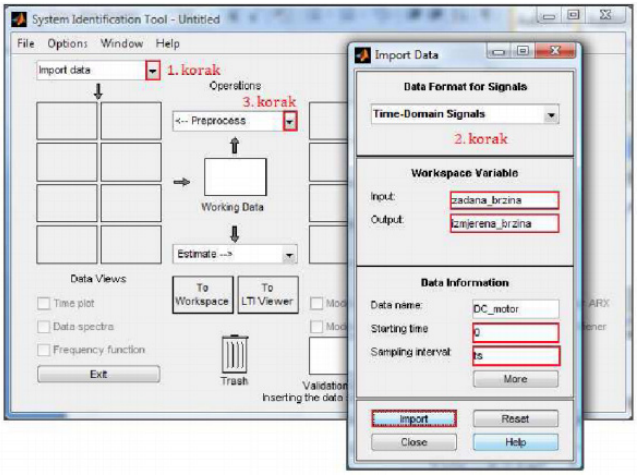
te zbog toga maksimalna brzina koju motor može ostvariti u digitalnom zapisu iznosi broj 255. Zbog toga je pomoću gaina zadavana vrijednost između 0-255. Potrebno je napomenuti da iako je maksimalno napajanje motora 110V, sva istraživanja na ovom projektu su rađena pri napajanju sa 60V.

Na slici br. 6 je dat prikaz odziva motora na unaprijed definisanu sekvencu napona. Nakon pokretanja prikazanog modela dovoljno je napisati par linija koda za plotanje željenih varijabli (u ovom slučaju zadane i trenutne brzine motora u ob/s).



Slika 6. Odziv sistema na osnovu kojega je vršena identifikacija

Slijedeći korak nakon prikupljanja podataka je identifikacija parametara motora. Nakon pripreme varijabli za ovaj proces (izdvajamo iz varijable kolonu koja sadrži vrijednosti varijable – obično je prva kolona vrijeme) pristupamo samom procesu identifikacije. Unosimo ident u radni prostor MATLAB-a i pokrećemo identifikaciju, usljed čega se otvara prozor prikazan na slici br.7.



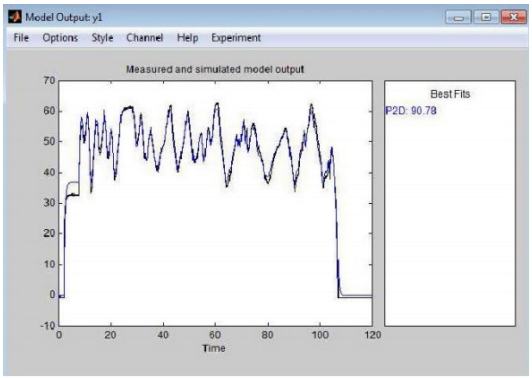
Slika 7. Proces identifikacije parametara motora

Iz *Import Data* padajućeg menija odabira se *Time Domain Data*, nakon čega se otvara prikazani prozor u kojem se biraju ulazni i izlazni niz podataka, te vrijeme uzorkovanja. Naredni korak je pretprocesiranje podataka, te se iz *Preprocess* padajućeg menija bira opciju *Select Range*, nakon čega ulazni set podataka dijelimo u dva dijela: jedan za estimaciju parametara motora, a drugi za validaciju estimiranih parametara. Zatim iz padajućeg menija *Estimate* biramo *Process Models* i estimiramo naš motor prenosnom funkcijom drugog reda sa transportnim kašnjenjem.

Kao što vidimo sa slike br.8. dobijena je aproksimacija sa tačnošću od 90,78% što je veoma dobra aproksimacija i posljedica je random ulaznog signala, vremena signala, te pretpostavke prenosne funkcije drugog reda sa transportnim kašnjenjem. Ovim postupkom je dobijena identifikacija sistema sa prenosnom funkcijom

$$G(s) = \frac{Kp}{(1+Tp_1 \cdot s)(1+Tp_2 \cdot s)} \cdot e^{-T_d \cdot s}$$

$$K_p = 1.0175$$
$$T_{p1} = 0.44277$$
$$T_{p2} = 0.029179$$
$$T_d = 0.02147$$



Slika 8. Rezultat identifikacije sistema

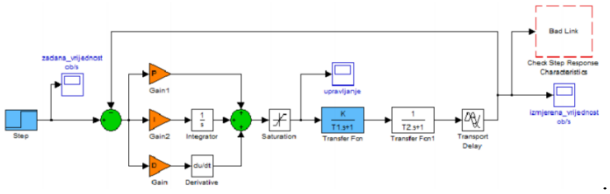
IV. REALIZACIJA PID REGULATORA

U ovom dijelu rada je dat prikaz procedure i Simulink modela koji su korišteni za određivanje parametara regulatora. Korišten je PID regulator. Proces sinteze regulatora koji će da upravlja brzinom vrtnje DC motora je sljedeći:

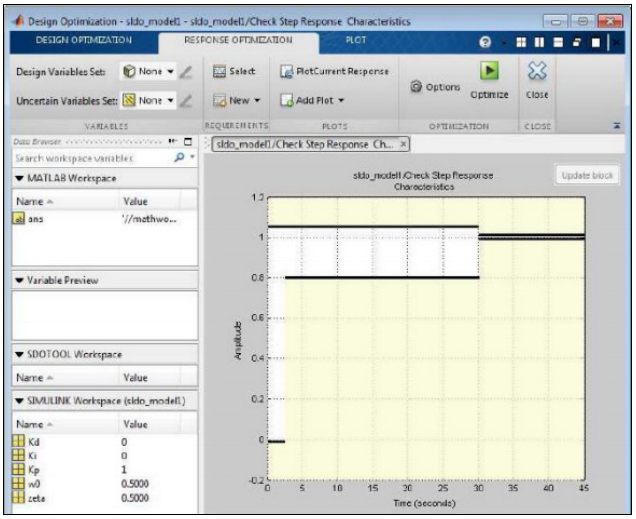
- odabir tipa regulatora,
- određivanje parametara regulatora unutar simulacijskog modela,

- validacija parametara regulatora unutar realnog modela.

Da bismo odredili parametre PID regulatora koristićemo isti postupak kao u prethodnom slučaju. Parametre PID regulatora ćemo odrediti koristeći *Signal Constraint* blok, pri čemu važe sve prethodno navedene napomene. Bitno je napomenuti da i parametar D regulatora treba svrstati u *tuned* parametre. Budući da je projekat rađen u programskom paketu MATLAB 2012, korišten je poseban blok unutar *Signal Constraint* za optimizaciju parametara na step odziv pod nazivom *Check Step Response Characteristics*. Navedeni blok je iskorišten u modelu za optimizaciju parametara regulatora koji je dat na slici br.9



Slika 9. Simulink model za određivanje parametara PID regulatora



Slika 10. Optimizacija parametara PID regulatora

Nakon pokretanja simulacije potrebno je kliknuti na blok *Signal Constraint*, a potom ići na optimizaciju parametara, nakon čega se otvara prozor sa slike 4.7. Potrebno je napomenuti da se prethodno u *workspace*-u moraju zadati početne vrijednosti regulatora, koje se potom odaberu kao varijable za optimizaciju unutar prozora sa slike 4.7. Nakon podešavanja uslova željenog odziva pokreće se optimizacija, koja nakon nekog vremena u *workspace*-u izbaci optimizirane parametre regulatora.
Dobijene vrijednosti parametara iznose:
P = 63; **I** = 9; **D** = 1,8.

VI. REALIZACIJA KASKADNE REGULACIJE

Za realizaciju kaskadne realizacije najprije je potrebno odrediti prenosne funkcije električnog i mehaničkog dijela sistema. Koristeći već ranije detaljno razmotren metod identifikacije možemo odrediti da je prenosna funkcija upravljanja po struji jednaka:

$$G_{iu}(s)=\frac{I(s)}{U(s)}=\frac{0.236}{1+0.001s}$$

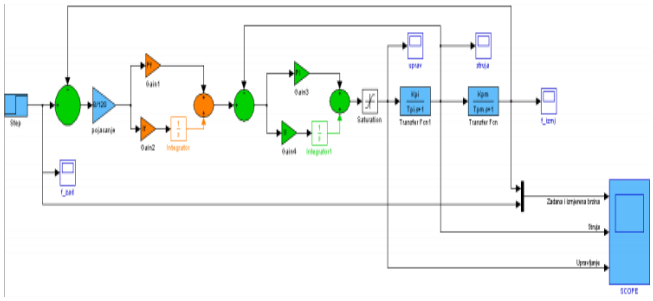
Za regulacionu kontru struje potrebno je odrediti parametre PI regulatora tako da se poništi najdominantniji pol.

$$G_{Ri}(s)=K_{R1}\left(1+\frac{1}{T_{I_1}s}\right)$$

Da bi odredili parametre regulatora brzine potrebnoje prvo odrediti prenosnu funkciju brzine po stuji. Ovu prenosnu funkciju ćemo odrediti na isti način kao i sve prethodno tražene prenosne funkcije.

$$G_{\Omega i}(s)=\frac{\Omega(s)}{\mathrm{I}(s)}=\frac{82.01}{1+2.3s}$$

Da bismo odredili parametre regulatora brzine, potrebno je razmotriti prenosnu funkciju ukupnog sistema čiji je simulink model prikazan na slici br.11



Slika 11. Simulink model za kaskadnu regulaciju brzine vrtnje motora

Poznata nam je prenosna funkcija P regulatora brzine:

$$G_{reg}(s)=28.417$$

Ukupna prenosna funkcija direktne grane sistema prikazanog na slici je:

$$G_{uk}(s)=\left(K_{R1}\left(1+\frac{1}{T_{R1}s}\right)\right)\cdot 28.417\cdot 0.031\cdot\frac{0.236}{1+0.001s}\cdot\frac{82.01}{1+2.3s}$$

Pri čemu je za $T_R = T_{max} = 2.3s$:

$$G_{uk}(s) = \frac{K_{R1}}{s}\frac{8.413}{1+0.001s}$$

Određivanje parametara vršimo na osnovu Bodeovog dijagrama prikazanog na slici br.12. Ako nadvišenje u odzivu brzine treba da iznosi σ=5% tada prema vrijedi:

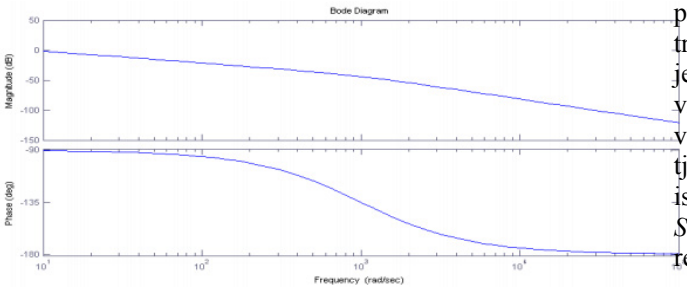
$$\gamma = 63 - \sigma = 63 - 5 = 58^{\circ}$$

Koristeći *Data Cursor* možemo odrediti da je ta fazna rezerva (-180°+58° =122°) raspoloživa na učestanosti ω_c=621 . Pojačanje na ovoj učestanosti iznosi:

$$A(db) = 38.8\,(dB) = 20 log K_{uk}$$

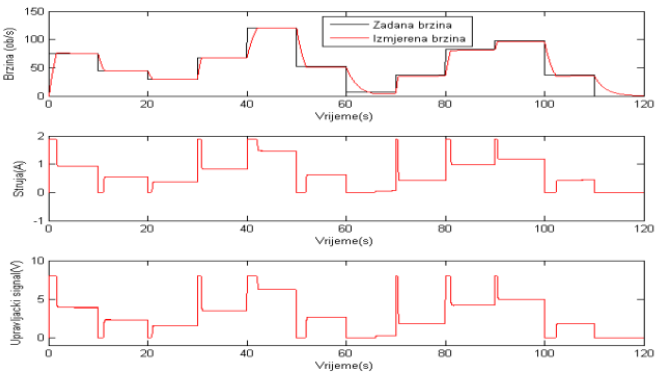
$$K_{uk} = 8.413 * K_{R1}$$

$$K_{R1} = 10.35$$



Slika 12. Bodeovi dijagrami

Rezultati simulacije kaskadne regulacije prikazani su na slici br.13:



Slika 13. Rezultati simulacije kaskadne regulacije

VII. REALIZACIJA PROGRAMA NA ARDUINO UNO KONTROLERU

Nakon izvšene sinteze regulatora pristupili smo upravljanju sistemom. Sistemom se upravlja pomoću programa napisanog u Arduino integrisanom razvojnom okruženju. U nastavku je priložen kod napisanog programa:

U ovom programu je korištena postojeća biblioteka PID_v1, koja sadrži niz korisnih funkcija za manipulaciju PID regulatorom. Kreirana je varijabla tipa PID koja je nazvana myPID i koja je povezana sa ovom bibliotekom. Povezana je sa prethodno kreiranim varijablama Input, Output, Setpoint, te parametrima PID-a Kp=30; Ki=1; Kd=0.5. Ovi parametri imaju drugačije vrijednosti od onih dobijenih identifikacijom zbog toga što je eksperimentalno utvđeno da su dobijeni odzivi s ovim parametrima bolji. Funkcije biblioteke PID_v1 koje smo koristili su *SetMode*, *SetSampleTime* i *Compute*.

Parametar Setpoint predstavlja zadanu vrijednost brzine koja se zadaje preko *Serial Monitor*-a u vidu procenata maksimalne brzine (0-100%). Zadaje se u trocifrenom zapisu (npr. 10% - 010, 90% - 090 itd.). Input je varijabla u koju se smiješta trenutna vrijednost brzine, tj. vrijednost koja dolazi na analogni port 1. Output je varijabla čiju vrijednost Arduino šalje na analogni izlaz, tj. na PWM izlaz 9. Pored toga, program omogućuje i ispisivanje vrijednosti koju prima na analognom ulazu 1 na *Serial Monitor*, da bi na neki način stekli uvid da li je regulacija zadovoljavajuća.

VIII. ZAKLJUČAK

Zadatak za realizaciju je bio upravljanje brzinom vrtnje DC motora, koji se napaja sa 110V DC. Upravljanje se vrši pomoću jednokvadrantnog čopera koji se pogoni pomoću PWM-a, odnosno širinsko impulsne modulacije. Za upravljanje korištene su povratne informacije o brzini i o struji motora.

```
/********************************
************************
* Regulacija brzine vrtnje DC motora
********************************
**********************/

#include <PID_v1.h> //Uključivanje PID biblioteke

double Setpoint, Input, Output; //Korištene varijable
unsigned long now, last, change;
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint,30,1,0.5, DIRECT);

void setup()
{
pinMode(1, INPUT);
pinMode(9, OUTPUT);
Input = analogRead(1);
Setpoint=0;
last=0;
Serial.begin(9600);
myPID.SetMode(AUTOMATIC);
myPID.SetSampleTime(5);
}

void loop()
{
Input = analogRead(1);
now=millis();
change=now-last;
if(change>2000)
{
Serial.println(Input*5/1023);
last=now;
}
if(Serial.available()>0)
{
int a=(Serial.read()-48)*100;
delay(10);
int b=(Serial.read()-48)*10;
delay(10);
int c=(Serial.read()-48);
Setpoint = (a+b+c)*4.3;
}
myPID.Compute();
analogWrite(9,Output);
delay(10);
}
```

Ako se analiziraju dobiveni rezultati, vidimo da je regulacija brzine zadovoljavajuca bez obzira na tip regulacije. Najveci iznos greške se javlja prilikom velikih promjena brzine. S obzirom na činjenicu da proračun nije pomogao pri određivanju parametara kaskadne regulacije, pristupilo se metodi pokušaj-pogeška za određivanje optimalnih parametara potrebnih za postizanje odgovarajuće regulacije.

Uzimajuci u obzir maksimalnu brzinu vrtnje, odnosno zadane promjene, praktična primjena ovakvog sistema u mnogim operacijama bi bila moguća. Kaskadno regulisani sistem također ima brz i približno aperiodski odziv.

IX. REFERENCE

[1] Predavanja, Mehatronika, Prof.dr.sc Jasmin Velagić, Elektrotehnički fakultet u Sarajevu
[2] Predavanja, Aktuatori, Prof.dr.sc Jasmin Velagić, Elektrotehnički fakultet u Sarajevu
[3] www.arduino.cc
[4] www.mathworks.com

Uticaj konsolidacije servera na životnu okolinu

Miloš Grgov, Dragan Janković

Sadržaj – Predmet ovog rada jeste uticaj servera i računskih centara u kojima se oni nalaze na životnu sredinu. Rad ukazuje na uticaj konsolidacije servera, i srodnih "zelenih" tehnika koje se često primenjuju zajedno sa konsolidacijom, na smanjenje različitih štetnih uticaja servera po životnu sredinu.

I. UVOD

Poslovanje kompanija u današnjem svetu zasniva se na upotrebi računara. Skladištenje i obrada podataka je velikim delom centralizovano i vrši se na serverima, uglavnom u okviru samih kompanija. Tek u skorije vreme kompanije su počele da koriste usluge skladištenja podataka u oblaku („Cloud" sistemi). U okviru ovih, IT usmerenih, kompanija računarski centri predstavljaju osnovne gradivne blokove. Oni se nalaze u okviru kompanija iz različitih sfera društvenog života (finansije, bankarstvo, univerziteti, vladine i bezbedonosne agencije...). Omogućavaju centralizovano skladištenje podataka, kreiranje kopije podataka, kao i upravljanje i povezivanje podataka. Zahtevi u okviru računskih centara su u stalnom porastu. Porast zahteva direktno utiče na povećanje infrastrukture i IT opreme, a na ovaj način dolazi se do konstantnog povećanja potrošnje električne energije u okvirima računskih centara, što neposredno dovodi do povećanja štetnog uticaja na životnu sredinu.

IT oprema računskih centara sastavljena je od puno individualnih uređaja: skladišta podataka, servera, uređaja za hlađenje, rashladnih tornjeva... U okviru ovih uređaja glavne potrošače energije predstavljaju serveri.

Povećanje broja servera u okviru rečunskih centara suočava IT organizacije sa nekoliko problema:

- Povećanje broja servera prouzrokuje povećanje troškova. Cena novih servera nije jedina koja povećava ukupnu cenu potrebnih resursa. Na povećanje troškova osim kupovine novog servera utiču i propratni efekti kao što su povećanje potrošnje električne energije, veća potrošnja energije za hlađenje, potreba za novom mrežnom opremom i povećani obim posla za održavanje i administraciju sistema.
- Slaba isplativost postojećih servera. Većina trenutnih servera koji se koriste nisu dovoljno iskorišćeni. Iskorišćenost CPU-a većine današnjih servera koji nisu konsolidovani je u granicama 5-15%, sa velikim udelom i onih servera čija iskorišćenost CPU-a ispod 5%[1].
- Nastaju poteškoće sa upravljanjem, koje su uslovljene porastom broja servera i aplikacija koje se koriste. Ovo znači potrebu za veoma raznolikim hardverom, operativnim sistemima koji se koriste na ovim serverima i konfiguracijama, kojima mora da upravlja IT sektor kompanija.
- Povećanjem broja servera dolazi do redukcije efikasnosti. Dolazi do povećanja obima posla IT grupe oko rezervisanja servera, konfiguracije, monitoringa i održavanja.

Miloš Grgov, odsek računarstvo i informatika, Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: mgrgov@gmail.com

Dragan Janković, redovni prof. Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: dragan.jankovic@elfak.ni.ac.rs

II. KONSOLIDACIJA I VIRTUALIZACIJA SERVERA

Konsolidacija servera predstavlja tehniku kojom se poboljšava iskorišćenost kompjuterskih resursa, pri čemu se smanjuje potreban broj servera. Konsolidacija servera nastala je kao reakcija na situaciju nazvanu „Širenje servera" (engl. „Server Sprawl"), odnosno nepotrebnog nagomilavanja servera koji nisu dovoljno iskorišćeni. U okviru konsolidacije servera omogućava se da se na servere smeste različite aplikacije i da server opslužuje više instanci korisnika. Takođe, omogućeno je i deljenje računarkih resursa između više aplikacija i servisa istovremeno.

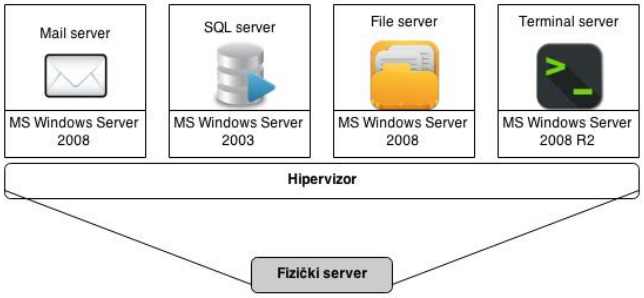
Konsolidacija servera uglavnom je usko povezana sa njihovom virtualizacijom. Smanjenje broja servera uglavnom se vrši tako što se na jednom fizičkom podigne veći broj virtualnih servera. Virtualizovani serveri nezavisni su od hardvera, i mogu se prenositi između fizičkih servera. Tehnologija virtualizacije omogućava da se hardver, operativni sistem, aplikacije i konfiguracija jednog servera prebace u okviru prenosive virtualne mašine. U takvom slučaju više virtualnih mašina može da radi istovremeno i nezavisno, na samo jednom fizičkom serveru.

Osnovne prednosti konsolidacije servera su[10]:

- Povećanje iskorišćenosti servera do čak 80%.
- Redukovanje broja servera u odnosu 10 prema 1
- Redukovanje troškova hardvera i operativnih troškova do 50%.

Na slici jedan prikazan je primer virtualizacije servera. Ovo je način rešavanja problema poznatog kao širenje servera. Konsolidacijom i virtualizacijom servera se veći broj nedovoljno iskorišćenih servera smešta na jedan fizički server. Na ovaj način dolazi se do uštede energije koja se sada ne plaća, za slučaj slike 1, za četiri

pojedinačna servera. U ovom slučaju, pokrenut je samo jedan server koji opslužuje korisnike. Takođe na ovaj način smanjuje se i potreba za opremom kojom se opslužuje rad servera, pri čemu ova oprema ima znatne troškove. Prema istraživanju Berkley National Laboratory serveri troše oko 55% energije, ostala količina energije odlazi na opremu koja podržava rad servera[11].



Slika 1. Virtualizacija servera

Konsolidacijom i virtualizacijom servera prema nekim istraživanjima VMware-a smanjuju se troškovi organizacije redukovanjem korišćenog hardvera i operativnih troškova oko 50%. Virtualna serverska infrastruktura takođe uprošćava razvoj servera i automatizuje upravljanje resursima[12].

Paul Poppleton, IT menadžer komapanije QUALCOMM predstavio je da je VMware softver uštedeo stotine hiljada dolara komaniji samo na kupovini hardvera.

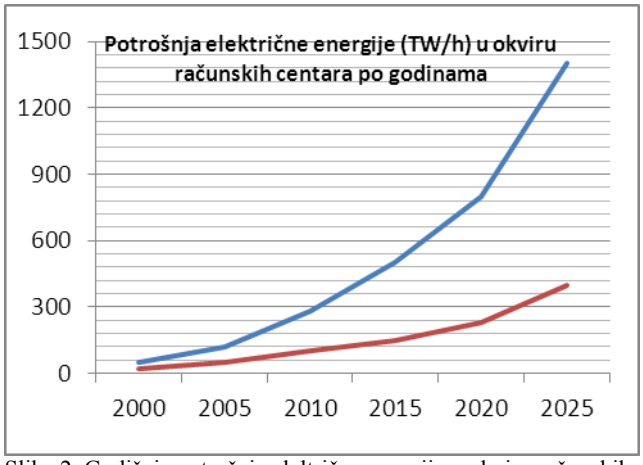
III. UŠTEDE I TROŠKOVI

Esencijalna stvar kada se razmišlja o smanjenju utroška energije u okviru računskih centara jeste razumevanje količine i značaja energije koja se troši u okviru njih. Prema podacima Falcon electronics-a potrošnja električne energije u okviru IT sektora po nekim procenama trenutno je oko 2% celokupne energije koja se troši. U Sjedinjenim Američkim Državama ova cifra ide do 2.8%. Što u okviru SAD-a predstavlja količinu energije koju troši avio industrija[5].

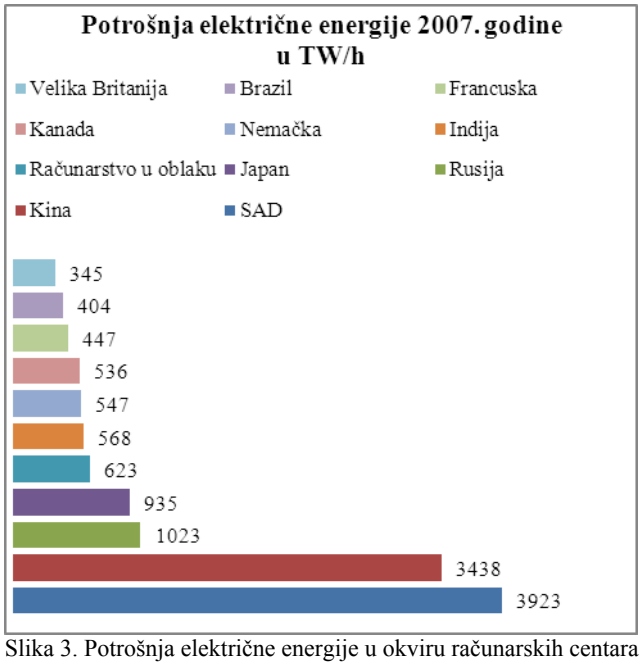
U okviru israživanja evropske unije potrošnja električne energije u okviru data centara u 2006. godini bila je 46 TW/h sati na godišnjem nivou, dok se očekuje povećanje na 93 TW/h do 2020 godine[5]. U toku 2012. godine, potrošnja električne energije u okviru računskih centara povećana je za 19% u odnosu na 2011. godinu. Ovakav podatak naveo je na bojazan da se dalja potrošnja električne energije neće moći kontrolisati, ali su rezultati na kraju 2013. pokazali stabilizaciju, sa porastom od samo 7% potrošnje u odnosu na 2012[13].

Na slici 2 prestavljeno je povećanje potrošnje električne energije u okviru cloud računskih centara.

Na slici 3 prestavljena je globalna potrošnja električne energije u okviru računskih centara u oblaku, u odnosu na godišnje potrošnje električne energije pojedinih zemalja.



Slika 2. Godišnja potrošnja eleltrične energije u okviru računskih centara



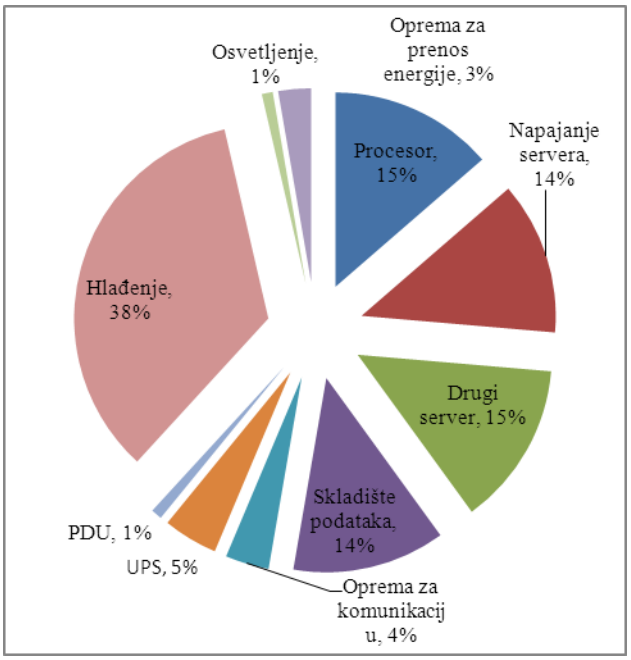
Slika 3. Potrošnja električne energije u okviru računarskih centara

Ukoliko se uporedi prosečna potrošnja jednog računskog centra sa prosečnom potrošnjoim električne energije u okviru kancelarije dolazi se do zaključka da računski centri troše 54x više energije po kvadratnom metru od električne energije koja se troši u kancelarijama. Svakih 600x600 mm^2 prostora u okviru računarskih centara ekvivalentno je emisiji 1.2 tone ugljen-dioksida u atmosferu godišnje[5].

U okviru tehnologija optimizacije računskih centara, virtualizacija značajno povećava iskorišćenost severa i smanjuje broj potrebnih servera.

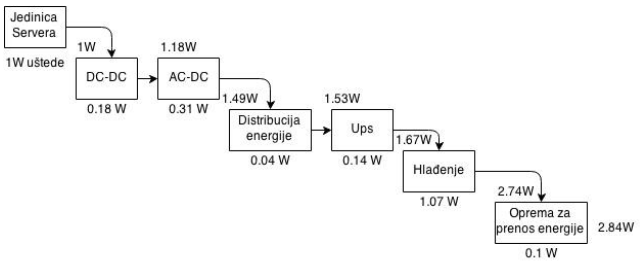
Kompanija „Emerson Network Power“, u okviru istraživanja koje je sprovodila o potrošnji električne energije u okviru računskih centara, kao uzorak uzela je računski centar koji se prostire na 5000 kvadratnih stopa. Ovo istraživanje koje je sprovedeno ukazuje na to da je

energija koja se koristi od strane servera, odnosno računarske opreme, neznatno veća od energije koja se koristi od strane sistema koji podržavaju rad računskih centara. Pri čemu u sistemu podrške najveću energiju konzumira sistem hlađenja[6].



Slika 4. Procentualni utrošak energije u okviru računarskog centra

U okviru ovog istraživanja kompanija „Emerson Network Power“ predstavila je potencijalne uštede koje se ostvaruju uštedom jednog vata snage na serveru (slika 5).



Slika 5. Kaskadni efekat uštede energije, uštedom 1W energije po jedinici servera

Osnovna pretpostavka istraživanja jeste da se osam fizičkih servera menja sa jednim virtualizovanim fizičkim serverom

Implementacija same virtualizacije prema ovom istraživanju utiče na smanjenje od 8% u okviru totalne potrošnje energije u okviru računskog centra, ukoliko se sprovodi virtualizacija zajedno sa ostalim tehnikama za unapređenje energetske efikasnosti. Sama virtualizacija prema ovom istraživanju utiče na smanjnje od 14% potrošnje energije.

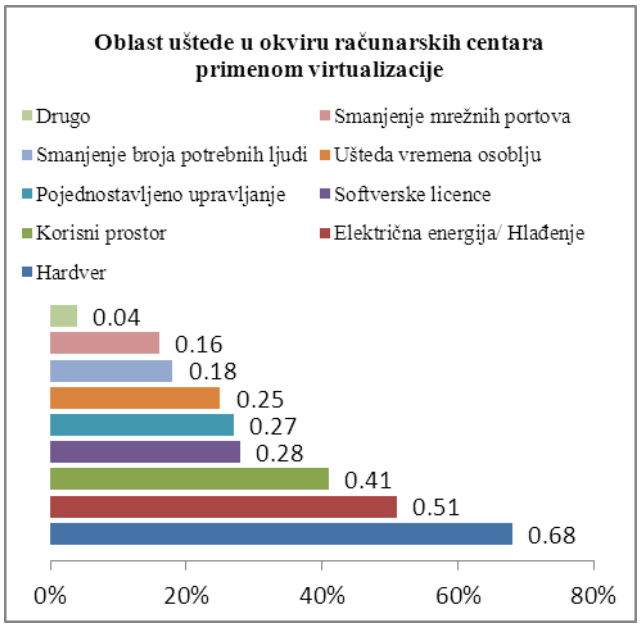
Virtualizacija servera omogućava promenu namene i prestanak rada pojedinih fizičkih servera. Prema istraživanju „Uptime Institute-a“ prestankom rada jedne jedinice servera godišnje se štedi oko $500 dolara na energiji, $500 na licencama operativnog sistema i $1500 na troškovima održavanja hardvera[7].

U okviru istraživanja Univerziteta „Santa Cruz“, izvršena je virtualizacija 54 servera na 8 fizičkih servera. Godišnje smanjenje potrošnje električne energije smanjeno je za 20kW, ovo smanjenje prouzrokovalo je uštedu od $22.000[8].

U trogodišnjoj, detaljnoj studiji sprovedenoj 2010 godine od strane Southwestern Illinois koledža analiziran je rad 35 servera, koji su zatim virtualizovani u okviru 4 fizička servera. Na ovaj način izvršena je ušteda od približno $280.000[4].

Prema Cisco istraživanju cena jednog virtualizovanog servera je $2.000 , dok cena jednog fizičkog servera sa 2 CPU-a $7.000 godišnje. Ovo smanjnje cene uslovljeno je smanjenjem troškova rada i hardverskih troškova[9].

U okviru istraživanja Američke agencije za potrošnju energije (U. S. Energy department) došlo se do zaključka da se potrošnja električne energije u okviru energetski efikasnih i neefikasnih data centara može razlikovati za čak 80%.



Slika 6. Procenat uštede u pojedinim delovima implementiranjem “zelenih” tehnika

IV. ZAKLJUČAK

Iz navedenih primera može se uočiti trend smanjena količine električne energije koja se koristi za napajanje računskih centara koji koriste tehnike konsolidacije i virtualizacije servera. Dobar deo ovih ušteda odnosi se na uštedu u električnoj energiji. Kako se trenutno električna energija najviše proizvodi iz termo elektrana, koje prestavljaju velike zagađivače vazduha, dolazi se do zaključka da tehnike konsolidacije i virtualizacije i u ovom

pogledu imaju veoma značajan uticaj na životnu sredinu. Zato je prepouka da sve kompanije koje poseduju serverske sobe razmisle, i primene primere dobre prakse, u koje spadaju i tehnike konsolidacije i virtualizacije, kako bi smanjile potrošnju električne energije i na taj način čuvale životnu sredinu. Za razliku od nekih sfera u kojima zelene tehnike (engl. green techniques) ne daju finansijski očigledne rezultate, bar ne u kratkom roku, kod serverskih prostorija se primena ovih tehnika veoma isplati i one u mnogome štede novac i resurse kompanijama koje ih primenjuju.

REFERENCE

[1] U.S. Environmental Protection, Agency ENERGY STAR Program, August 2, 2007, *Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency*, Public Law 109-431

[2] Mark P. Mills, CEO, Digital Power Group, 2013 August, *The Cloud Begins With Coal; Big data, big network, big infrastructure, and big power*

[3] Emerson Network Power, 2009, *Energy Logic: Reducing Data Center Energy Consumption by Creating Savings that Cascade Across Systems*

[4] Christine Leja, CDP/CCP, January 15, 2010, *Implementing Server Virtualization At Southwestern Illinois College*

[5] Grant Sauls, Falcon Electronics, *Measurement of data center power consumption,*

[6] Emerson Network Power, *Energy Logic: Reducing Data Center Energy Consumption by Creating Savings that Cascade Across Systems*

[7] Uptime Institute, September 25, 2012, *Important to recognize the dramatic improvement in data center efficiency*

[8] University of California, Santa Cruz Server Virtualization, Green Building Research Center, Best Practices Case Study, 2007. greenbuildings.berkeley.edu/pdfs/bp2007_ucsc_virtualization.pdf

[9] Cisco Systems, *How Cisco IT Virtualizes Data Center Application Servers* 2007. www.cisco.com/web/about/ciscoitatwork/downloads/ciscoitatwork/pdf/Cisco_IT_Case_Study_VMWare.pdf

[10] Toby Velte, Anthony Velte, Robert Elsenpeter, September 8, 2008, *Green IT: Reduce Your Information System's Environmental Impact While Adding to the Bottom Line*

[11] H. Y. Iris Cheung, Steve E. Greenberg, Roozbeh Mahdavi, Richard Brown, William Tschudi, April 2013, *Energy Efficiency in Small Server Rooms*

[12] Michelle Bailey, November 2009, *The Economics of Virtualization: Moving Toward an Application-Based Cost Model* http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf

[13] DCD Intelligence, January 2014, *DCD industry census 2013: Data center power*, http://www.datacenterdynamics.com/focus/archive/2014/01/dcd-industry-census-2013-data-center-power

JARNA - sistem za merenje visine snežnog pokrivača, vlažnosti i temperature vazduha

Damjan Gicić

Sadržaj - U ovom radu opisana je realizacija sistema za merenje visine snežnog pokrivača, vlažnosti i temperature vazduha, u daljem tekstu za merenje HHT (eng. Height, Humidity, Temperature), pomocu Arduino Uno razvojne ploče, senzora HC-SR04 i DHT-22. Poseban osvrt u radu je na aplikaciji koja vrši analizu izmerenih veličina uz pomoć specijalizovane JARNA (rum. *zima*) aplikacije. U radu je data arhitektura sistema, hardverska šema kao i detaljan opis njegove implementacije i funkcionalnih karakteristika značajnih implementa.

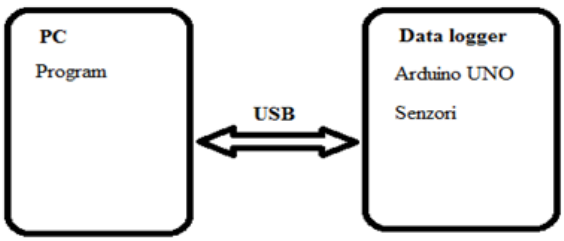
I. UVOD

Danas su visina snežnog pokrivača, vlažnost i temperatura vazduha vrlo bitni parametri u mnogim granama industrije, poljoprivredi i domaćinstvima. Uz pomoć sistema JARNA moguće je izmeriti HHT u bilo kom trenutku, periodično merenje sa unapred definisanim trajanjem periode, snimanje izmerenih veličina u XML formatu, analiza podataka u određenom vremenskom periodu predstavljenih tabelarno ili graf. dijagramom (nalaženje max i min vrednosti, nalaženje konkretne vrednosti, nalazenje pada i rasta do odredjene vrednosti, prikaz podataka koji zadovoljaavaju zadate kriterijume) i generisanje PDF izvestaja na osnovu rezultata analize.

Rad je strukturiran na sledeći način: U poglavlju II je dat kraći opis arhitekture sistema. Poglavalje III detaljno opisuje hardverski deo sistema koji se sastoji od Arduino Uno razvojne ploče i odgovarajućih senzora za određivanje rastojanja i merenje temperature i vlažnosti vazduha. U poglavlju IV je dat prikaz JARNA aplikacije za analizu merenja sa senzora. U poglavlju V je dat zaključak rada.

II. OPIS SISTEMA

Kao sto je prikazano na slici 1. sistem za merenje HHT, baziranog na server-client arhitekturi, sastoji se od softverskog (server) i hardverskog (client) dela.



Slika. 1. Arhitektura sistema

Damjan Gicić, odsek računarstvo i informatika, Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: damjan.gicic@elfak.rs

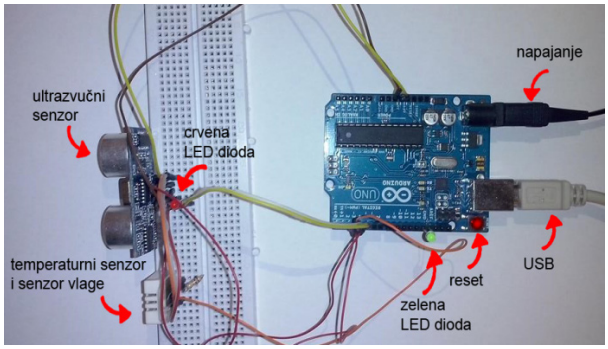
DataLogger (hardverski deo) je uređaj koji komunicira sa senzorima radi čitanja trenutnih HHT vrednosti u vidu sirovih podataka, obradu sirovih podataka radi dobijanja konkretnih brojevnih vrednosti, njihovo skladiranje u sopstvenoj memoriji i komunikaciju sa JARNA aplikacijom radi slanja snimljenih podataka i prijema naredbi.

JARNA korisnička aplikacija koristi se za učitavanja podataka sa DataLoggera pomoću USB veze, korisnicima pruža jednostvan graficki interfejs za prikazivanje podataka u vidu graf. dijagrama ili tablerano, analizu podataka i konfiguraciju DataLoggera.

Na logičkom nivou komunikacija izmedju DataLoggera i JARNA aplikacije svodi se na izvršenje naredbi od strane DataLoggera koje je primio od JARNA aplikacije. Same naredbe su predstavljene u vidu jednog karaktera.

III. DETALJAN OPIS DATA-LOGGERA

Data-Logger je realizovan pomoću Arduino UNO razvojne ploče bazirane na Atmega328 mikro kontroleru i zajedno sa senzorima za merenje HHT predstavlja osnovnu komponentu ovog sistema, slika 2.



Slika 2. Data Logger

A. Merenje temperature i vlažosti vazduha

Za merenje temperature i vlažnosti vazduha korišćen je digitalni senzor DHT-22 kompanije Aosong Electronics Co. Ltd i DHT22.h biblioteka, tako da je za dobijanje vrednosti ovih parametara dovoljno učitati povratne vrednosti odredjenih funkcija biblioteke DHT22.h.

B. Merenje visine snežnog pokrivača

Za merenje navedenog parametra iskorisćen je ultrazvučni senzor HC-SR04 kompanije Elec Freaks. Da bi se izvršilo merenje, senzor se postavlja iznad tla koje će zimi biti prekriveno snežnim pokrivačem na visini od 1m do 4m, usmeren na dole. Proces merenja započinje se slanjem
pobudnog signala senzoru u trajanju od 10μs. Nakon pobude ultrazvučni predajnik započinje sa emitovanjem kratkotrajnog ultrazvučnog signala i prelazi u režim osluškivanja i merenja vremena t_{eho} do registrovanja eha na ultrazvučnom prijemniku. Kada senzor registruje eho na svom izlazu šalje impuls sa istim vremenom trajanja t_{eho}, trajanje ovog signala meri se korišćenjem prekida i vremenskog brojača mikro kontrolera.
Pomoću vremena do pojave eha t_{eho}i temperature vazduha ϑ (izmerene senzorom za merenje temperature na predhodno opisan način) možemo izračunati udaljenost ultrazvučnog senzora i površine od koje se odbio zvuk, tj. površine tla ili površine snežnog pokrivača, formula (1).

$$h_{st} = 331.3\frac{m}{s} * \sqrt{1 + \frac{\vartheta}{273.15\ K}} * t_{eho} \quad (1)$$

U formuli (1) vrednost od 331.3 $\frac{m}{s}$ predstavlja brzinu zvuka na 0° C, tj. 273.15 K.
Zaključujemo da visina snežnog pokrivača predstavlja razliku udaljenosti senzora od tla i udaljenosti senzora od površine snežnog pokrivača, tj.

$$h_{sp=}h_{tla} - h_{st} \quad (2)$$

Udaljenost senzora od tla izračunava se u procesu kalibracije koji se startuje nakon uključivanja DataLoggera ili softverskim putem i čuva u RAM memoriji DataLoggera do isključenja DataLoggera ili ponovnog procesa kalibracije.
Ovim načinom meranja dostignuta je preciznost od ±3mm.

C. Način rada

Nakon uključivanja DataLogger će izvršiti kalibraciju, tj. merenje visine od tla do ultrazvučnog senzora koju će kasnije koristiti za izračunavanje visine snežnog pokrivača. Nakon toga prelazi u normalni režim rada gde se vrsi periodično merenje HHT parametara (podrazumevana vrednost periode merenja je 1min) i njihovo skladiranje u memoriji DataLoggera. Za čuvanje vrednosti parametara koristi se red (kružni niz) kao struktura podataka, dužine 300 elemenata. Indeksi parametra su i*3 za visinu, i*3+1 valžnost i i*3+2 temperaturu, gde je i=0,1,…,99.

U toku normalnog režima rada moguć je prijem poruke od strane JARNA aplikacije, u ovom slučaju DataLogger odmah prelazi u režim opsluživanja JARNA aplikacije.

U zavisnoti od karaktera koji se nalazi u poruci DataLogger moze uraditi sledeće:

- ‘r’ – izvršiće merenje HHT parametara i dobijene vrednosti poslati JARNA aplikaciji.
- ‘n’ – ispraznice red za skladiranje tako što će njegov sadržaj poslati JARNA aplikaciji.
- ‘t’ – nakon prijema ovog karaktera DataLogger očekuje jos jednu poruku čij je sadržaj nova vrednost periode merenja HHT vrednosti predstavljena u minutima.
- ‘c’ – pokreće proces kalibracije.
- ‘e’ – salje kod greške, ‘1’ ako je došlo do prekoračenja cirkularnog niza, ‘2’ došlo je do greške tokom merenja visine snežnog pokrivača, ‘3’ ako je došlo do greške tokom merenja temperature i vlažnosti vazduha, u protivnom salje ‘0’.

‘d’ – briše sadrzaj cirkularnog niza.

IV. OPIS JARNA KORISNIČKE APLIKACIJE

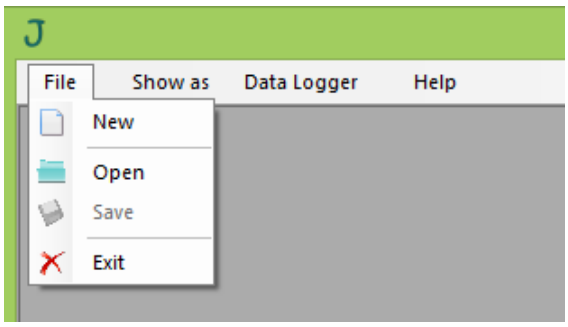
JARNA korisnička aplikacija omugućuje korisnicima jednostavnu analizu i prikaz HHT podataka i upravljanje Data Loggerom.
Na slici 3. Vidimo da aplikacija ima 4 padajuća menija: File, Show as, Data Logger, Help



Slika 3. Linija menija

U padajućem meniju File, kao sto se vidi na slici 4., postoji mogućnost biranja četiri stavki: New, Open, Save, Exit.

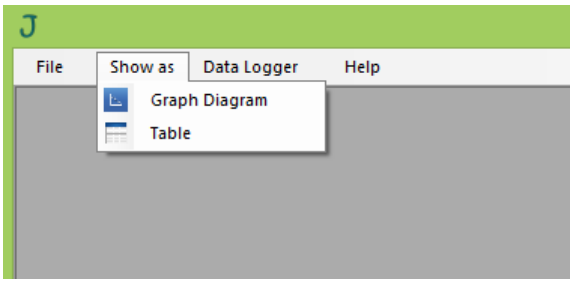
- *New*: Klikom na ovu stavku aplikacija se postavlja u početno stanje, tj. zatvaraju se sve MDI child (eng. *dete*) prozori, prazni se interni bafer za privremeni smeštaj podataka u toku rada sa aplikacijom.
- *Open*: Otvaranje prethodno snimljenog XML dokumenta radi dodavanja novih podataka ili radi ponovne analize.
- *Save*: Snimanje sadrzaja internog bafera u vidu XML datoteke.
- *Exit*: Izlazak iz aplikacije.



Slika 4. File padajući meni

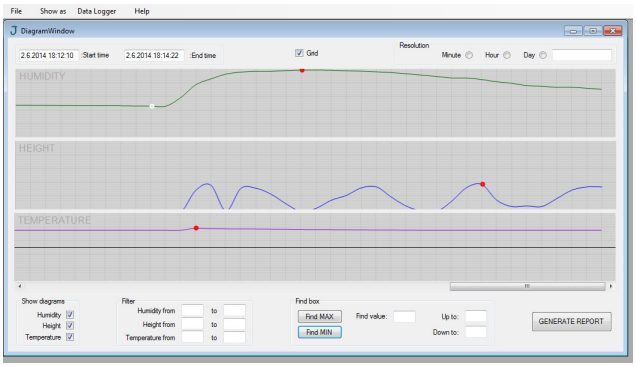
U padajućem meniju Show as, kao što vidimo na slici 5., imamo stavke Garph Diagram i Table, koje korisniku daju mogućnost odabira načina analize dobijenih podataka.

- *Graph Diagram*: omogućava prikaz podataka u vidu graf. dijagrama.
- *Table*: omogućava prikaz podataka u vidu tabele.



Slika 5. Show as padajući meni

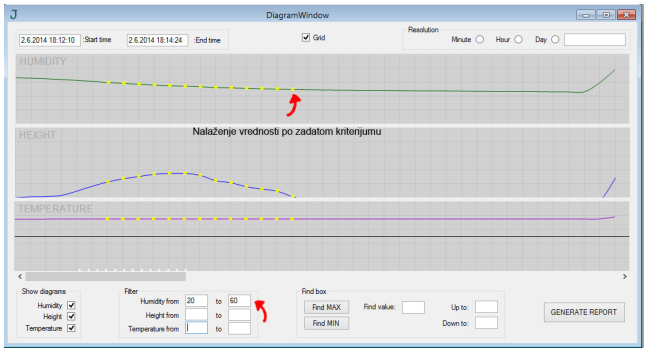
Klikom na Graph Diagram iz padajućeg menija Show as otvara se novi prozor DigramWindow(Slika 6.) koji prikazuje dijagrame i dodatne opcije koje omogućavaju lakšu analizu, filtriranje podataka i generisanje izveštaja.



Slika 6. DiagramWindow

Moguće opcije u ovom prozoru suČ

- *Start time – End time* : omogućavaju unos početnog datuma odnosno od kog datuma korisnik želi da započne analizu nad podacima (Start time), i krajnjeg datuma odnosno (End time).
- *Grid*: Prikaz resetke u pozadini grafickih dijagrama.
- *Resoluton (Minute, Hour, Day):* Omogućava biranje rezolucije za prikaz uzoraka.
  - *Minute*: prikazivanje prikupjenih podataka sa razmakom od jednog minuta između dve očitane vrednosti.
  - *Hour*: prikazivanje prikupjenih podataka sa razmakom od jednog sata između dve očitane vrednosti.
  - *Day*: prikazivanje prikupjenih podataka sa razmakom od jednog dana između dve očitane vrednosti.
- *Show Diagrams*: Omogućava selekciju prikaza određenog grafa/ova.
- *Filter*: Omogućava korisniku nalazenje podataka koji zadovoljavaju from-to kriterijume pretrage. Podskup podataka koji zadovoljavaju kriterijume biće označeni žutim kružićem kao na Slici 7.



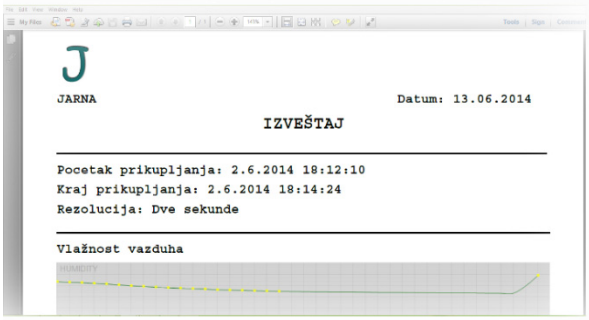
Slika 7. Filtriranje

- *Find Box*: Omogućava pretraživanje podataka.
  - *Find MAX – Find MIN*: pronalazi maksimalne (označavaju se crvenim krugovima) i minimalne vrednosti (belim krugovima) u svim graf. dijagramima.
  - *Find value*: pretražuje i prikazuje podatke na osnovu zadate vrednosti (prikazuje se crnom linijom).
  - *Up to – Down to*: pronalazi i prikazuje u kom period je izmerena veličina rasla (plave crtice) ili opadala (zelene crtice) do određene/zadate vrednosti, slika 8



Slika 8. Up to – Down to pretraživanje

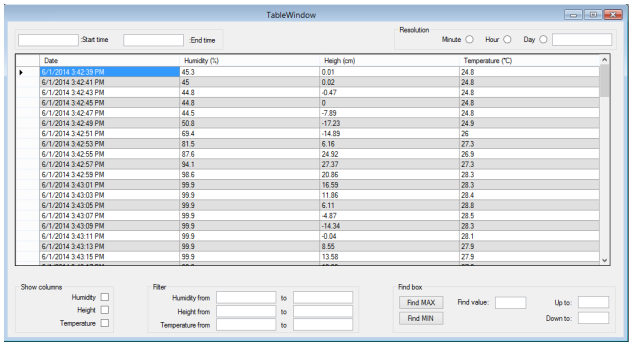
Generate report: Generisanje izveštaja u PDF formatu na osnovu izvršene analize podataka, slika 9.



Slika 9. PDF izveštaj

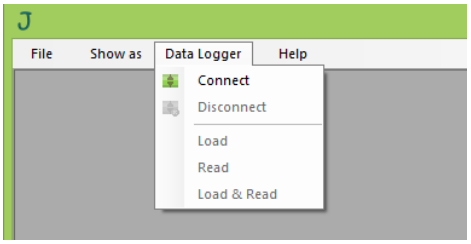
Klikom na Table iz padajućeg menija Show as otvara se novi prozor TableWindow(slika 6.) koji prikazuje dodatne opcije koje omogućavaju analizu i filtriranje podataka predstavljenih tablerano.

Koncept prikaza I analize je isti kao i kod prozora DiagramWindow, slika 10.



Slika 10. TableWindow

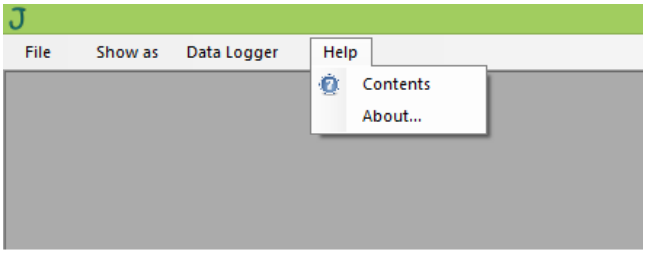
U padajućem meniju Data Logger, kao što vidimo na slici 11., imamo stavke Connect, Disconect, Load, Read, Load & Read.



Slika 11. Data Logger padajući meni

- *Connect*: Ostvarivanje logičke veze aplikacije sa data logger-om.
- *Disconnect*: Prekidanje logičke veze aplikacije sa data logger-om.
- *Load*: Učitavanje skladištenih podataka sa data logger-a
- *Read*: Čitanje podataka sa data logger-a u realnom vremenu.
- *Load & Read*: Učitavanje skladištenih podataka sa data logger-a nakon čega nastavlja sa prikupljanjem podataka u realnom vremenu.

Padajući meni Help, dat na slici 12, sadrži dve stavke, Contents i About. Contents nam daje uputsvo za korišćenje aplikacije, a About daje informacije o autoru aplikacije.



Slika 12. Help meni

V. Zaključak

Korišćenje savremenih razvojnih ploča i velika dostupnost senzora po niskim cenama je značajno olakšala implementiranje komplikovanih hardversko-softverskih sistema za očitavanje različitih parametara naše okolikone. U ovom radu je prikazan sistem za očitavanje visine snežnog pokrivača, vlažnosti i temperature vazduha. Hardverska strana je implementirana korišćenjem Arduino razvojne ploče, ultrazvučnog senzora, senzora temperature i vlažnosti vazduha. Softverski deo sistema je razvijen kao C# WinForms aplikacija. JARNA aplikacija prijazuje očitavanja sa senzora i omogućava analizu dobijenih podataka. U narednom periodu, cilj je razvoj modula za Android mobilni OS za očitavanje podataka sa Data Logger-a kao i testiranje sistema u realnim uslovima.

Zahvalnica

Projekat je radjen u okviru predmeta Softversko Inženjerstvo (šesti semestar za studente sa smera Računarstvo i Informatika). Autor se zahvaljuje prof. dr. Dejanu Rančiću, asistentu dip. inž. Nikoli Davidoviću i kolegi Stefanu Jankoviću.

Literatura

[1] Massimo Banzi 2011. Getting Started with Arduino, 2nd Edition
[2] http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno
[3] https://www.adafruit.com/datasheets/DHT22.pdf
[4] http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/HCSR04b.pdf
[5] https://github.com/ringerc/Arduino-DHT22

Lego robotska ruka

Bojana Đukić, Nenad Milosavljević, Jelena Milosavljević, Jelica Ivanović

Sadržaj – U ovom radu biće prikazano idejno rešenje za konstruisanje robotske ruke koja se upravlja pomoću servo motora i koja se kontroliše pomoću Arduino UNO razvojnog okruženja. Lego robotska ruka moći će da oponaša pokrete naše ruke pomoću flex senzora i rukavice u koju su ušiveni ovi senzori.

I. UVOD

Ovim projektom želeli smo da u praksi primenimo stečena znanja o senzorima i servo motorima. Ideja je da pomoću rukavice, u koju se ušivaju flex senzori, snimamo pomeranje prstiju ruke. Ta informacija se šalje na Arduino UNO bord na obradu pa se obrađen signal prosleđuje servo motorima. Servo motori su povezani na improvizovanu lego robotsku ruku i na osnovu informacije koju su dobili izazivaju pomeranje robotske ruke.

II. KORIŠĆENE KOMPONETE

Lego robotska ruka se sastoji od:

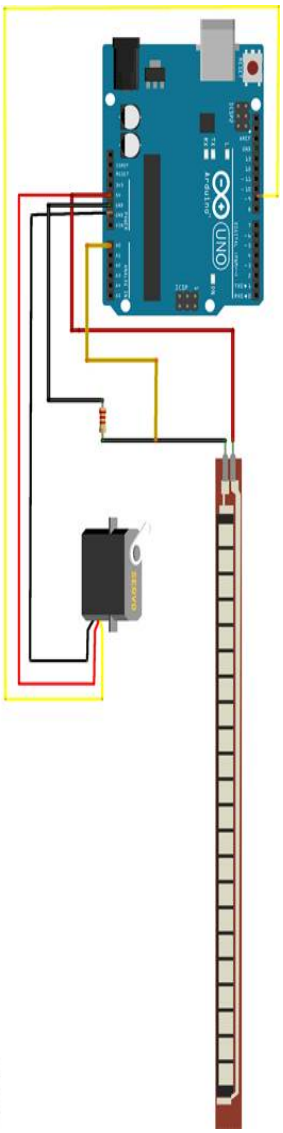
- 5 flex senzora
- 5 servo motora
- 5 otpornika -2.2kΩ
- Impovizovane ruke od lego kockica
- Rukavice

A. Arduino Uno

Povezivanje je prikazano na slici 1. Arduino Uno je razvojno okruženje koje služi za projektvanje interaktvnih elektronskih uređaja. Sastoji se od 8-bitnog Atmel AVR kontrolera, USB interfejsa, 14 digitalna ulaza/ izlaza, od kojih 6 imaju mogućnost PWM modulacije i 6 analogna ulaza. Postoji vise tipova Arduina ali smo izabrali Arduino UNO zbog njegovih karakteristika, cene, dovoljnog broja ulazno/izlaznih pinova kao i zbog velike open source baze pokaznih projakata i intuitivnog programiranja. Takođe ima i ugrađene biblioteke za upravljanje servo motorima što olakšava implementaciju sistema koji smo zamislili.

Bojana Đukić, Nenad Milosavljević, Jelena Milosavljević, Jelica Ivanović su studenti Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

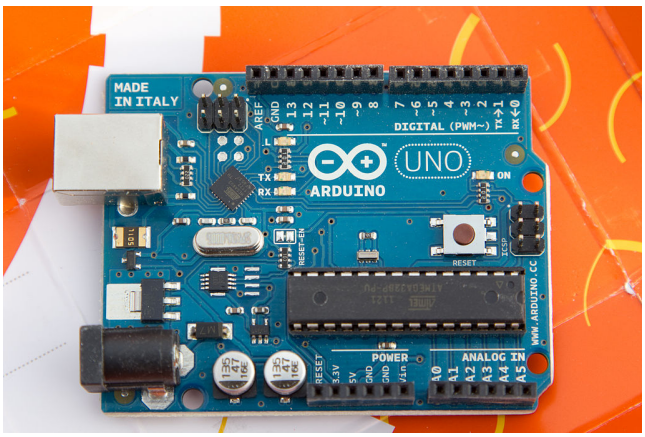
E-mail: bojana.djukic1991@gmail.com,nenadmilosavljevic89@gmail.com, jelenagenije@live.com, otometipricam@gmail.com,



Slika 1. Povezivnje flex senzora i servo motora sa Arduinom UNO-m

B. Servo motor

Servo motor je rotacijski pogon koji omogućava preciznu kontrolu ugaonog položaja, brzine i ubrzanja. Sastoji se od odgovarajućeg motora koji je povezan sa senzorom za povratnu informaciju o položaju. Ona takođa zaheva relativno sofisticirani kontroler, često namenski modul dizajniran za posebno uravljanje servo motorom.



Slika 2. Arduino Uno

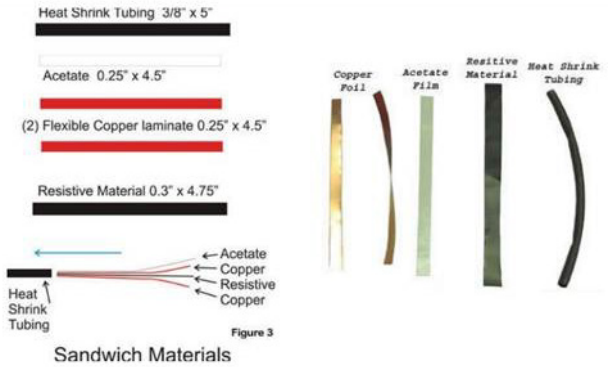
Servo motor nije specifični tip motora iako se izraz servomotor često koristi u sistemima za kontrolu sa povratnom spregom. Servo motri se koriste u aplikacijama kao što su roboti, CNC mašinama i u automatizovanoj proizvodnji.

C. Fex senzor

Flex senzori ili senzori fleksije, (od latinskog flectere, 'savijati') su senzori koji menjaju svoju otpornost prilikom savijanja. Oni konvertuju veličinu krivine u električnu otpornost – što je veća krivina to je manja otpornost. Treba napomenuti da senzor može da izdrži savijanje u određenom dijapazonu ugla. Savijanje senzora u jednom trenutku na ugao veći od 90˚ može trajno oštetiti senzor.

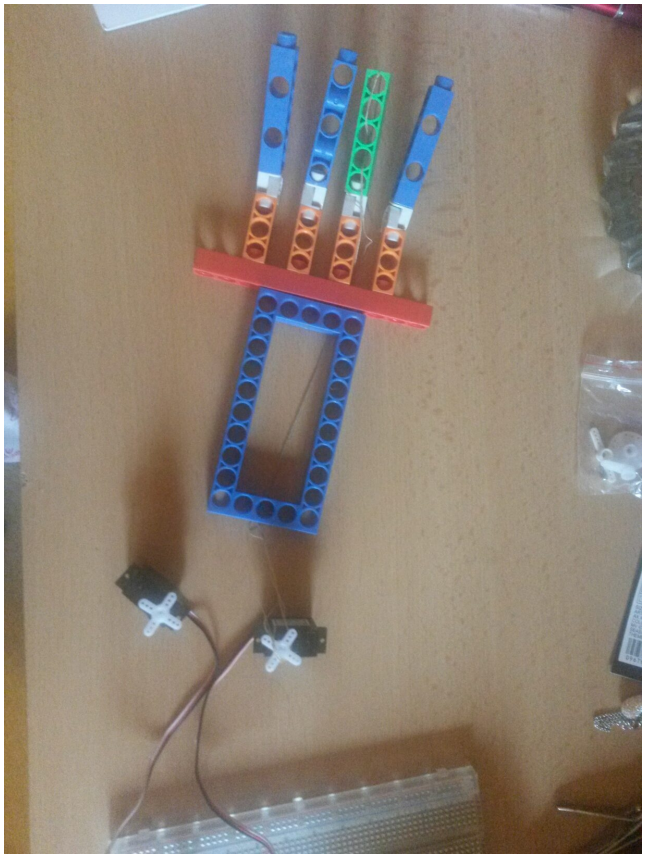
Flex senzori su obično tanki. Postoje različite veličine ovih senzora od 1'' do 5". Mogu biti bidirekcionalni i jednodirekcionalni. Jednodirekcionalni registruju pokrete samo u jednom smeru dok bidirekcioni registruju pokrete u oba smera.

Ovi senzori su u stvari analogni otpornoci, rade kao promenljivi analogni delioci napona,. Unutar ovih senzora je otporni material na bazi ugljenika sa dodatkom fleksibinog materijala. Kako se fleksibini materijal savija, tako se pravi veća otpornost na izlazu. Primene flex senzora ima svugde – u robotici, auto inustriji za senzore udarca, kao senzori pritiska, biometriji, metrologiji. Sa ovim senzorima se takodje prave rukavice za igranje igrica.



Slika 3. Flex senzori

Kako je ovaj projekat trenutno u fazi izade, za sada imamo dva flex senzora ostala dva nameravamo da napravimo na način prikazan na slici 3.



Slika 4. Praktična realizacija robotske ruke

III. PRINCIP RADA

Jedan kraj flex senzora se povezuje na 5V na Arduino ploči dok se drugi kraj povezuje na masu i preko otpornika na analogni ulaz ploče. Ovim povezivanjem dobili smo da je otpor kada je senzor savijen 90^{o} 10 , a kada je u normalnom polozaju 50.

```
int sensorPin = A0;  // flex senzor je povezan na pin A0
int sensorValue = 0;  // promenljiva gde čuvamo vrednost
koju očitavamo sa senzora

void setup()
{
}
void loop()
{
  // read the value from the sensor:
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
}
```

Servo se povezuje tako što se zuta linija priključuje na PWM izlaz Arduina, crvena na napon od 5V, a crna na masu. Adruino Uno ima implementiranu biblioteku za upravljanje servomotorima. Komandom myservo.write(x) pomeramo servo motor za ugao x. Kako su vrednosti koje dobijamo sa flex senzora u dijapazonu između 10 i 50, koristimo funkciju map koja nam opseg vrednosi od 10 do

50 prevodi u opseg (0,179) –ugao za koj senzor može da se okrene. Naredbom x=map (sensorValue,50,10,0,179) dobijamo tačan ugao za koj treba da se pomeri motor u zavisnosti od vrednosti flex senzora koju smo dobili očitavanjem sa analognog ulaza. Pomeranjem servo motora izaziva se i pomeranje inprovizovanih "prstiju" na robotskoj ruci. Isti kod se primenjuje za sve flex senzore i motore. Ovom realizaciom omogućili smo robotskoj ruci da oponaša pokrete koje pravi ljudska ruka.

IV. MOGUĆA UNAPREĐENJA

Imamo par ideja kako bi smo mogli da unapredimo ovaj projekat. Ideja koju ćemo sledeću da realizujemo je da napravimo Windows form aplikaciju i Android aplikaciju koja će nam omogućavati bezžično kotrolisanje ruke preko Bluetooth uređaja koji će biti povezan na Arduino Uno bord.

V. ZAKLJUČAK

Ovim radom smo želeli da naučimo nešto novo, da praktičnom realizacijom projekta pođemo kroz sve faze koji jedan ozbiljan projekat treba da sadrži – smišljanje realizacije, nabavka komponenti, povezivanje, kodiranje, testiranje i dokumentovanje. Tokom realizacije ovog projekta susreli smo se sa mnogim problemima koje smo uspešno rešili tako da nam je ovaj projekat doneo iskustvo koje će nam puno značiti u daljem studiranju i karijeri.

ZAHVALNICA

Želimo da se zahvalimo svim članovima SICEF-a, a posebno članovima projektnog tima na požrtvovanom radu tokom pisanja i iplementaciji raznih projekata uključujući i ovaj. Takođe želimo da se zahvalimo asistentu Milošu Marjanoviću, kao i katedri za mikroelektroniku na pomoći i savetima tokom pisanja i konstrukcije projekta.

LITERATURA

[1] Arduino Uno http://playground.arduino.cc/
[2] http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/flexion
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Wired_glove
[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Servomotor
[5] http://arduino.cc/en/reference/servo

Vremenski server

Aleksandar Bubanja, Ilija Dimitrijević, Igor Mirčić

Sadržaj – U ovom radu je opisana funkcija i struktura računaraskog čvora, koji bi u nekom većem sistemu obavljao funkciju čvora – izvora realnog vremena. Informacija o tačnom vremenu se dobija se od tri različita izvora, nakon čega se vrši usrednjavanje dobijenih vrednosti, pa se dalje, a na osnovu dobijenog vremena vrši korekcija globalnog vremena u sistemu.

I. Uvod

Sistemi za rad u realnom vremenu su računarski sistemi koji upravljaju i nadgledaju fizičke procese. RTS su obično sastavni deo nekog većeg sistema ili uređaja i iz tog razloga se nazivaju ugradjeni (ili embedded) mikroprocesorski sistemi. RTS, za razliku od računarskih sistema opšte namene, projektuju se za unapred odredjenu primenu, koja diktira njihovu kako hardversku, tako i softversku strukturu. Ključni deo specifikacije RTS se odnosi na vreme odziva, koje je određeno prirodom fizičkog procesa. Korektnost rada RTS zavisi ne samo od logičke ispravnosti rezultata izračunavanja, veći od vremena za koje se ti rezultati generišu. Drugim rečima, da bi korektno obavio svoj zadatak, RTS mora svoju funkciju da izvrši u unapred zadatom vremenu.Vremenski okviri, kao i redosled izvršavanja zadataka RTS-a su krucijalni za ispravno ponašanje sistema.

Pojam vremena je od fundamentalnog značaja za naše postojanje.Moguće je reagovati na dogadjaje koji su se dogodili u prošlosti, sadašnjosti, ili budućnosti. U mnogim modelima vreme predstavlja nezavisnu promenljivu koja odredjuje sekvence stanja sistema. Dakle, pravilno utvrdjivanje redosleda obrade informacija zavisi prvenstveno od momenata kada su se dogadjaji desili, pa je tačno vreme kojim se definiše trenutak u kome se desio dogadjaj neophodna informacija za pravilan rad sistema.

Vremenski server predstavlja vremensku bazu koja ostatak sistema snabdeva tačnim realnim vremenom, u odnosu na koje se vrši sinhronizacija rada sistema.

AleksandarBubanja, IlijaDimitrijević, Igor Mirčić, Elektronskifakultet, Niš, KatedrazaElektroniku, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: aleksandar660@gmail.com, idimitrijevic@elfak.rs, mircha90@gmail.com

II. Princip RadaVremenskog Servera

Informaciju o vremenu server može dobiti na više načina:

-Komunikacijom sa GPS prijemnikom.
Izvor može biti sopstveni lokalni oscilator.
- Koristeći servere koji koriste antensku komunikaciju.
-Koristeći posebne hardverske module kao izvor vremena.
-Koristeći internet.

Način komunikacije sa ostalim čvorovima u master/slave vrsti sinhronizacije vremena se odvija na sledeći način:
Master, kao jedinstveni čvor je jedini izvor vremena u mreži. On, periodično šalje vrednost svog brojača svim ostalim čvorovim
koriguje svoj sata tom divijacijom, i vreme se usaglašava sa vremenom master sata.

III. StrukturaVremenskog Servera

Konkretni vremenski server se sastoji od:

- Mirkrokontrolera.
- LCD displeja.
- RS485 komunikacionog čipa.
- RTC (Real Time Clock) čipa.
- DCF modula.
- GPS modula.

IV. DCF Sistem Kao Izvor Realnog Vremena

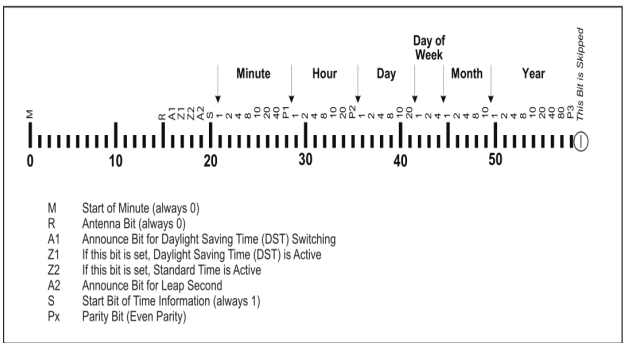
DCF77 (DCF77 je skraceno od D=Deutschland, C=long wave signal, F=Frankfurt, 77= 77.5kHz) je Nemački predajnik dugih talasa koji radi na frekvenciji 77,5kHz. Sa radom je počeo 1 januara 1959. godine, dok je informacija o tačnom vremenu kao servis dodata juna 1973. Predajnik se nalazi u Nemačkom gradu Mainfinlgenu, oko 25km jugoistočno od Frankfurta.

Predajnik kontroliše Nemačka nacionalna laboratorija za fiziku,i u funkciji je 24h. Veoma precizan nosilac frekvencije se kreira od strane lokalnog atomskog časovnika, a povezan je sa master satom pozicioniranim u laboratoriji nacionalnog instituta za fiziku u Braunschweig –u. DCF se koristi za podešavanje “javnog“ vremena u Nemačkoj.

DCF signal koristi ASK modulaciju za prenos digitalno kodirane informacije,tako što smanjuje amplitudu

za 15% od normalne za 0,1s ili 0,2s na početku svake sekunde.

Veoma snažan predajnik snage od oko 50kW, predaje signal koji se lako može primiti u većem delu Evrope, do 2000km udaljenosti od pozicije predajnika. Što se tiče preciznosti, DCF-ova nepreciznost se svodi na $2x10^{-12}$ u peridu od 24h i $2x10^{-13}$ u vremenskom periodu od 100 dana. Četiri atomska sata koja računaju drift i podešavaju lokalni atomski sat čine da su očekivanja da časovnik neće pogrešiti za sekundu u narednih 300000 godina.



Slika 1. DCF77 kodiranje signala.

V. GPS Sistem Kao Izvor Realnog Vremena

Mnogi moderni sistemi koriste GPS (Global Positioning System) kako bi pratili odstupanje i podešavali svoje satove kako bi ih učinili preciznijim. Ovaj sistem funkcioniše tako što svaki satelit ima svoj atomski časovnik, a medjusobnom komunikacijom vremena se usaglašavaju uz podršku zemaljske stanice koja procenjuje grešku.

Zbog greške u prenosu, koja se dešava zbog načina prenosa (medijum je vazduh, pa se javlja kašnjenje u prenosu zbog različitog vremena propagacije usled promene atmosferskih uslova i sl. fizičkih fenomena), zahteva se odredjena korekcija usrednjavanjem

Klijent ne koristi vreme koje je dobijeno od GPS predajnika kao svoje vreme, već grešku, odnosno razliku sa lokalnim vremenom koristi za prilagodjavanje sopstvenog sata. U ovom modu rada očekuje se da je predajnik nepomičan.Nakon odredjenog vremena, GPS predajnik odredi tačnu poziciju prijemnika što mu omogućava da šalje preciznu informaciju o vremenu koristeći samo jedan, ili dva satelita.

GPS moduli koriste NMEA standard za komunikaciju sa satelitima. NMEA je skraćenica od National Marine Electronics Association. Ova ogranizacija je razvila sprefikacije koje definišu interfejse izmedju različith elektronskih uredjaja koji se koriste u mornarici.

Mnogi računarski programi koji omogućavaju pozicioniranje u realnom vremenu razmenjuju i očekuju podatke po NMEA formatu.



Sika 2. GPS sistem.

VI. RTC IC Kao Izvor Realnog Vremena

RTC je IC kolo koje služi kao izvor tačnog vremena. Razlika izmedju RTC-a i hardverskog „clock“-a je u tome što „*Real time clock*“ daje vreme u sekundama, jedinici vremena koja je osnovna jedinica za vreme u SI sistemu jedinica..

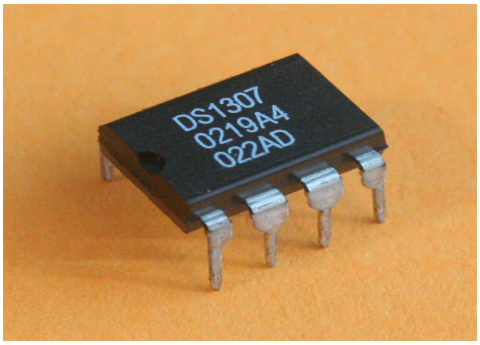
Prednosti korišćenja ove vrste izvora vremena su sledeće:

- Mala potrošnja energije.
- Oslobađa glavni sistem za vremenski-kritične taskove.
- Precizniji je od većine drugih metoda.

RTC čipovi najčešće imaju alternativni izvor napajanja, pa ne prestaju sa davanjem informacije ni nakon prestanka rada napajanja.

Većina RTC-ova kao izvor takta koristi kristalni oscilator, a neki čak i frekvenciju mrežnog napona, što je odredjeno tačnošću koja može da se postigne.U praksi, najčešči slučaj je korišćenje kvarcnog oscilatora na frekvenciji od 32.768kHz.Ova frekvencija se koristi u običnim satovima zato što iznosi tačno 2^{15} taktova po sekundi, pa se deljenje može jednostavno postići klasičnim binarnim brojačima.

Još jedna pogodnost kod korišćenja ovog rešenja je i ta što kao opcija postoji i RTC Alarm-a koji se može podesiti da u odredjenom trenutku pokrene sistem, što je jako poželjno u slučaju da je ušteda energije jedan od priorita prilikom projektovanja sistema. Korišćena je komponenta sa oznakom DS1307 proizvodjača *Maxim Integrated*.



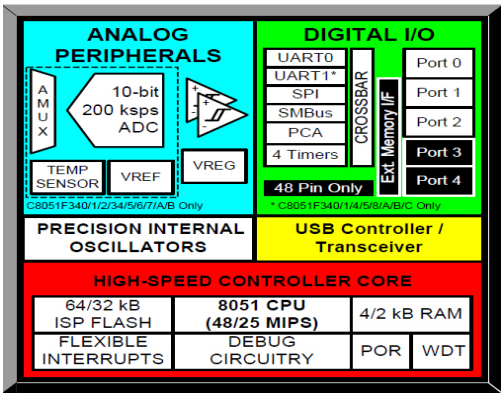
Slika 3. RTC modul.

VII. MIKROKONTROLER

Izbor mikrokontrolera je C8051F345 firme Silicon Laboratories. C8051F34x je serija protočnih mašina sa koje izvršavaju 70% instrukcija u 1 ili 2 sistemska takta.Dostupni verzije su sa 48MIPS-a, i 25MIPS-a, sa RAM memorijom od 4352B ili 2304B i 32k ili 64k ugradjenim flash-om.

Od bitnijih periferija, poseduje USB kontroler i 10-bitni ADC. Neophodno napajanje je u granicama od 2,7V-5,2V, i poseduje interni naponski regulator.

Sika 4. C8051F345.

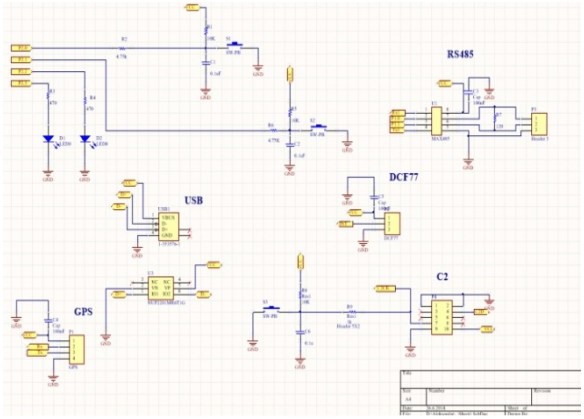


VIII. ORGANIZACIJA KOMUNIKACIJE IZMEDJU KOMPONENTI

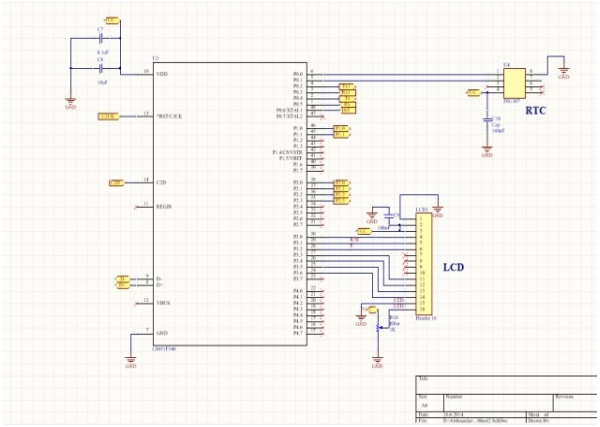
Komunikacija izmedju GPS modula i kontrolera je ostvarena korišćenjem UART periferije serijsku komunikaciju.

RTC podatke šalje koristeći I2C protokol ,dok je komunikacija sa PC uredjajem omogućena putem USB-a. LCD displej je prikačen na GPO pinove porta 3, a podatke razmenjuje u *nibble* modu, kako bi se smanjio broj iskorišćenih pinova mikrokontrolera i na taj način učinili dostupnim drugim neophodnim za komunikaciju. Podržava RS485 protokol za komunikaciju, a ovo je omogućeno koristeći MAX485 čip koji komunicira sa kontrolerom koristeći UART komunikaciju. DCF77 modul je povezan na GPIO pinove kontrolera, a komunikacija je organizovana preko *interrupt*-a.

IX. REALIZACIJA HARDVERA



Sika 5. Page 1.



Sika 6. Page 2.

Prilikom izrade PCB Layout-a odlučeno je da se SMD komponente nadju na *bottom* strani štampane ploče,dok se *True Hole* komponente nalaze sa *top* strane.

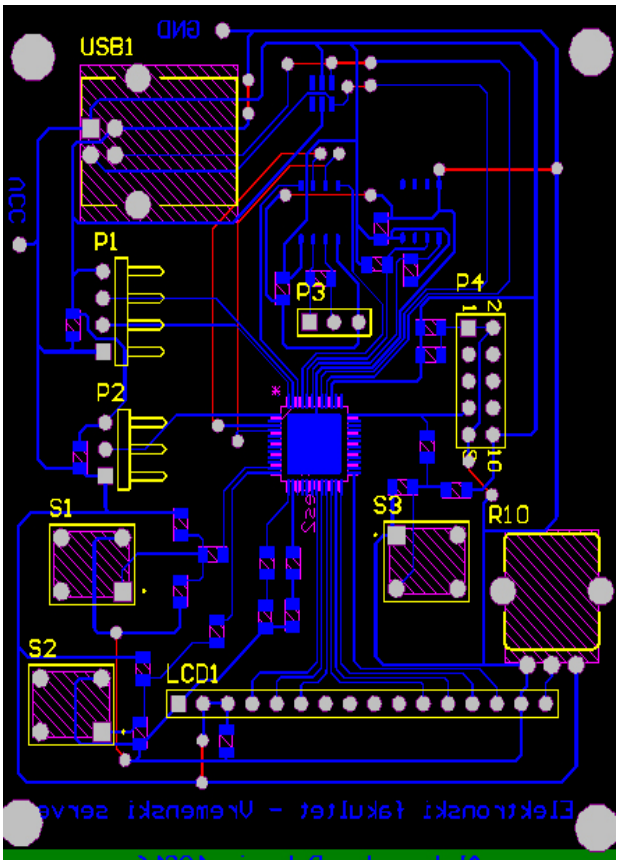
X. ALGORITAM REALIZACIJE SOFTVERA

Mikrokontroler će se, kako bi se štedela energija, nalaziti u *idle* stanju sve do pojave *interrupt*-a na pinu P0.6 od strane DCF77 modula. Nakon toga u okviru uslužno prekidne rutine se obavlja prikupljanje informacija od ostalih izvora tačnog vremena, poziva se funkcija za usrednjavanje rezultata, pa se rezultat šalje ostalim čvorovima u sistemu.

ISR (interrupt service routine)

Store_Data_From_DCF ()
Get_Data From_GPS ()
Get_Data_from_RTC ()
AVERAGE_func ()
Send_To_Slaves ()

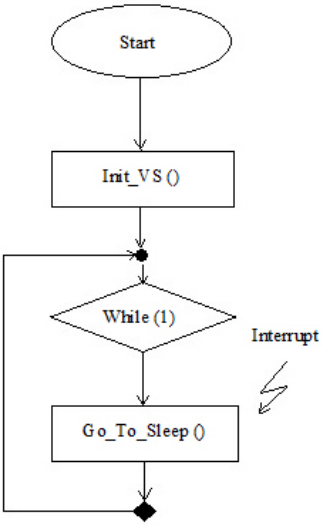
Slika 9. Sadržaj ISR-e.



Sika 7. Izgled Layout-a.

XI. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ukratko opisan pojam i značaj postojanja izvora vremena u elektronskim sistemima, kao i način realizacije hardvera koji obavlja funkciju izvora tačnog realnog vremena.



Slika 8. Algoritam realizacije softvera

Pojedinačno su opisani GPS sistem, DCF antenskisistem, kao i RTC kao rešenje koje ne zahteva komunikaciju sa odredjenim serverom, već interno, nakon unošenja početnog vremena, daje preciznu informaciju o vremenu u sekundama.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se Elektronskom fakultetu u Nišu, a posebno Katedri za Elektroniku što nam je omogućen rad na ovom projektu. Prilikom realizacije, u radu sa studentima su aktivno učestvovali asistent Goran Nikolić i profesor Branislav Petrović, bez čije saradnje realizacija ne bi bila moguća, pa se zahvaljujemo na razumevanju i pomoći tokom rada.

LITERATURA

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C
[2]http://elektronika.elfak.ni.ac.rs/index.php/subjects/27-osnovne-akademske-studije/83-sistemi-za-rad-u-realnom-vremenu
[3]http://es.elfak.ni.ac.rs/mps/materijal/3-RTS.pdf
[4]http://en.wikipedia.org/wiki/DCF77
[5]http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
[6]http://www.8051projects.net/lcd-interfacing/lcd-4-bit.php
[7]http://www.maximintegrated.com/en/products/digital/real-time-clocks/low-power-real-time-clocks.html?gclid=CP-B_-Xqx8ECFavpwgodMU4APA

Primena regulacionih transformatora u distributivnim mrežama

Ivan Anastasijević

Sadržaj – U ovom radu je razmatrana regulacija napona u distributivnim mrežama primenom regulacionog transformatora. Date su osnovne karakteristike energetskog transformatora. Takođe su opisane osnovne osobine regulacionog transformatora koji vrši regulaciju napona promenom prenosnog odnosa transformatora. Izvršena je simulacija mogućih radnih stanja distributivnog transformatora u normalnom radnom stanju, a rezultati su diskutovani.

I. UVOD

Kada su pre više od sto godina prvi elektroenergetski sistemi počeli sa radom, korišćena je najprostija, elementarna regulacija. Ti sistemi su bili veoma mali, a zahtevi u pogledu kvaliteta i stabilnosti mreže nisu bili veliki kao u današnje vreme. Zato se regulacija u većini slučajeva izvršavala ručno. Kako su sistemi postajali veći i složeniji i kako su potrošači zahtevali sve kvalitetnije napajanje, u pogledu frekvencije i napona mreže, u elektroenergetski sistem su morali da se uvedu složeniji automatski kontroleri i regulatori, koji su sistem održavali u stabilnom, normalnom radnom stanju [1].

Regulacija i održavanje napona na određenom nivou neophodna je zbog promenljivog opterećenja sistema. U današnje vreme se često predviđa dnevno opterećenje za sledeći dan kako bi se izvršila „podela“ proizvodnje električne snage između elektrana (i pojedinih generatora), koje će pokrivati to opterećenje. Međutim, opet može doći do izvesnih odstupanja od predviđenog, a to se anulira upravo automatskom regulacijom.

U stacionarnom stanju normalnog radnog stanja elektroenergetskog sistema mora se održavati balans, kako aktivnih, tako i reaktivnih snaga, da bi se naponi u sistemu održavali na određenom nivou, unutar definisanih graničnih vrednosti. Ukoliko postoji debalans aktivnih snaga, doći će do poremećaja frekvencije elektroenergetskog sistema, dok debalans reaktivnih snaga dovodi do poremećaja napona u sistemu.

U normalnom radnom stanju, elektroenergetskim sistemom se upravlja tako da padovi napona duž vodova budu mali. Tada se sistem koristi prvenstveno za prenos aktivne, a ne reaktivne snage, rad sistema je efikasan, gubici se smanjuju blizu svog minimuma, a napon u sistemu se može regulisati upravljanjem tokovima reaktivne snage.

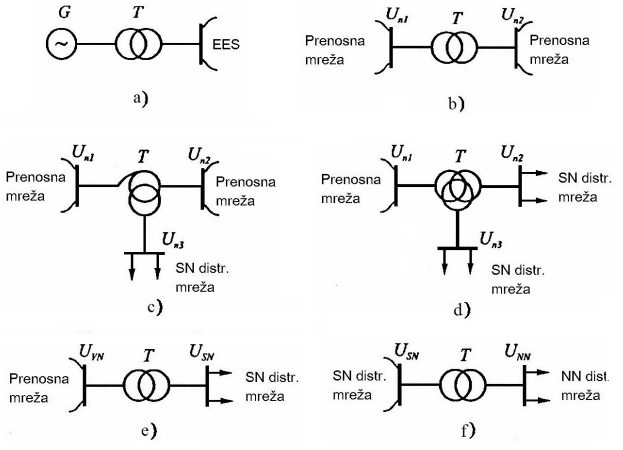
I. Anastasijević, Katedra za energetiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: iwann90@gmail.com

Inače, faktori koji utiču na napon su: naponi na priključnim krajevima generatora, impedanse vodova, tokovi aktivne i reaktivne snage i prenosni odnosi transformatora u sistemu.

U okviru regulacije napona postoji: primarna, sekundarna i tercijarna regulacija napona. Primarna regulacija napona je je lokalnog karaktera i odnosi se na pojedinačne regulacione resurse. Izvodi se preko automatskih regulatora napona sinhronih mašina i regulacionih transformatora. Sekundarna regulacija je regionalnog karaktera i obično se organizuje po pojedinim zonama, odnosno delovima mreže. Ona se ogleda u promenama ulaznih referentnih vrednosti postavljenih na primarnim regulatorima. Tercijarna regulacija ima globalni karakter i realizuje se za elektroenergetski sistem kao celinu. Njen cilj je koordinacija dejstva sekundarnih regulatora pojedinih zona.

II. ENERGETSKI TRANSFORMATOR

Transformator je statički elektromagnetni uređaj koji pretvara naizmeničnu struju jednog napona u naizmeničnu struju drugog napona iste frekvencije [2]. U elektroenergetskom sistemu se najčešće koriste dvonamotajni i tronamotajni transformatori, a ređe oni sa više namotaja. Prema mestu na kome se nalaze u sistemu, transformatori se dele na: blok transformatore, interkonektivne i distributivne transformatore.



Sl. 1. Primeri blok transformatora a), interkonektivnog b), c) i distributivnih transformatora d), e) i f).

Blok transformatori povezuju generatore i prenosne mreže, interkonektivni transformatori povezuju delove sistema različitog naponskog nivoa, a distributivni povezuju prenosne mreže sa distributivnim mrežama, ili distributivne mreže različitih naponskih nivoa. Na Sl. 1 prikazani su primeri ovih transformatora.

Osim za promenu napona, transformatori se koriste i za regulaciju napona. Regulacija se može izvršiti pod naponom, na primer kod transformatora prenosnih odnosa 220kV/110kV ili 110kV/X kV, pri čemu se podešavanje napona vrši u koracima od 1,25% ili 1,5% u ukupnom opsegu ±15% (16,5%). Regulacija u beznaponskom stanju se vrši kod distributivnih transformatora (prenosnih odnosa 10kV/0,4kV ili 35kV/10kV) u koracima ±4% ili 2×2,5%.

Glavna osobina energetskih transformatora je njihov prenosni odnos [3]. Prenosni odnos se definiše kao količnik fazora napona između odgovarajućih krajeva višenaponskog namotaja (uslovno primara) i niženaponskog namotaja (uslovno sekundara). Prenosni odnos monofaznih transformatora se definiše kao:

$$m = N_1 / N_2 \ , \tag{1}$$

gde N_1 predstavlja broj navojaka višenaponskog namotaja, a N_2 broj navojaka niženaponskog namotaja transformatora. Prenosni odnos monofaznih transformatora je uvek realan broj.

Prenosni odnos trofaznih transformatora se definiše kao

$$\underline{m} = \frac{\underline{V}_1}{\underline{V}_2} = \frac{V_1}{V_2}\underline{\left(\arg \underline{V}_1 - \arg \underline{V}_2\right)} = m\underline{|\theta} \ , \tag{2}$$

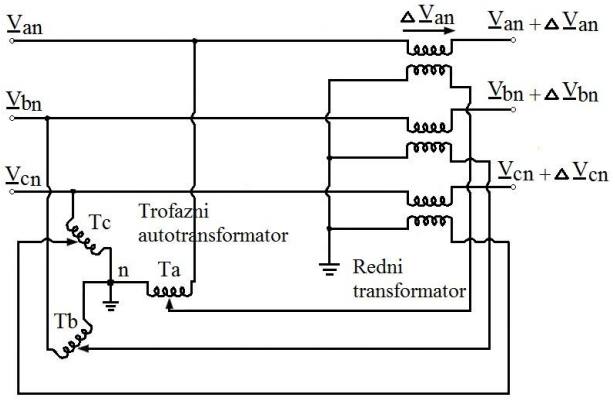
gde je $m = V_1/V_2$ - prenosni odnos modula napona višenaponskog i niženaponskog namotaja, a $\theta = \arg \underline{V}_1 - \arg \underline{V}_2$ - fazni pomeraj između fazora napona višenaponskog i niženaponskog namotaja odgovarajućih faza (nazivni fazni pomeraj, kada se ima nazivni prenosni odnos transformatora uvek je celobrojni umnožak 30^o). Prenosni odnos trofaznih transformatora je u opštem slučaju kompleksni broj i može se definisati i na sledeći način:

$$\underline{m} = \frac{\underline{V}_1}{\underline{V}_2} = \frac{\underline{s}_1 \cdot \underline{N}_1}{\underline{s}_2 \cdot \underline{N}_2} = m\underline{|\theta} \ , \tag{3}$$

gde je $\underline{s}_1$ – kompleksni koeficijent sprege višenaponskog namotaja, a $\underline{s}_2$ – kompleksni koeficijent sprege niženaponskog namotaja. Moduli kompleksnih koeficijenata sprege su: 1 – za spregu namotaja u zvezdu; $1/\sqrt{3}$ - za spregu namotaja u trougao.

III. REGULACIONI TRANSFORMATOR

Ukoliko je moduo kompleksnog prenosnog odnosa m i/ili fazni pomeraj θ promenljiv, transformator se naziva regulacionim. Ako je samo moduo m promenljiv, što je najčešći slučaj, transformator je klasični regulacioni transformator. On ima regulacione otcepe i promenom broja navojaka na jednom od namotaja menja se prenosni odnos. Drugi princip funkcionisanja klasičnog regulacionog transformatora je dodavanje ili oduzimanje nekog napona (sa fiksnim faznim pomerajem) naponu primara uz korišćenje rednog transformatora čiji su sekundarni namotaji priključeni u tačku mreže gde treba izvršiti željenu promenu napona. Postoji veliki broj šema kojima je ovo moguće ostvariti. Jedna takva šema prikazana je na Sl. 2. Pored toga, ako je fazni pomeraj θ promenljiv, a moduo m promenljiv ili ne, transformator se zove regulacioni transformator faze.

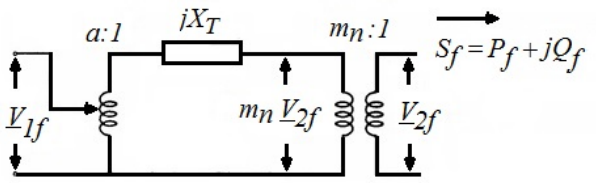


Sl. 2. Trofazna šema regulacionog transformatora za regulaciju modula napona.

IV. DISTRIBUTIVNI REGULACIONI TRANSFORMATOR

Osnovni način regulacije napona u distributivnim mrežama je promena prenosnog odnosa distributivnih regulacionih transformatora (DRT). Oni se ponekad koriste zajedno sa prigušnicama ili otočnim kondenzatorskim baterijama. Primena otočnih kondenzatorskih baterija je naročito značajna u distributivnim mrežama gde služi za korekciju faktora snage potrošača, čime se izbegava prenos reaktivnih snaga iz prenosne u distributivnu mrežu.

Najvažniji problem kod regulacije napona u distributivnim mrežama je određivanje položaja regulacionog otcepa transformatora, da bi se napon na sabirnicama sekundara održavao na željenoj vrednosti. Zato je potrebno razmotriti ekvivalentnu šemu DRT-a [4]. Ova šema je prikazana na Sl. 3 gde je: $\underline{V}_{1f}$ – fazni napon primara, a – nenazivni prenosni odnos, m_n – naznačeni prenosni odnos, X_T – reaktansa transformatora, $\underline{V}_{2f}$ - fazni



Sl. 3. Ekvivalentna šema transformatora.

napon sekundara, S_f – kompleksna snaga potrošačkog područja po fazi, P_f – aktivna snaga potrošačkog područja po fazi, Q_f – reaktivna snaga potrošačkog područja po fazi

Reaktansa X_T se kod standardne izrade namotaja menja za nekoliko procenata sa promenom položaja regulacionog otcepa, ali se za inženjerske proračune ta promena može zanemariti. Zbog toga će se u ovom radu za konkretne simulacije koristiti vrednost određena na osnovu relacije

$$X_T = \frac{u_k}{100}\frac{V_{1n}^2}{S_n}, \tag{4}$$

gde je: u_k - relativni napon kratkog spoja transformatora, a S_n – naznačena snaga transformatora.

Naznačeni prenosni odnos transformatora se izračunava u skladu sa (2), a ako nema faznog pomeraja između faznih napona primara i sekundara, on je realan broj,

$$m_n = \frac{V_{1n}}{V_{2n}} \ . \tag{5}$$

Ako je opterećenje podjednako raspodeljeno po fazama, snaga potrošačkog područja je tri puta veća od snage po fazi. Trofazna kompleksna snaga se može izračunati preko trofazne aktivne snage, P, i ugla između aktivne i prividne snage, φ, kao

$$\underline{S} = P(1 + tg\varphi) \ . \tag{6}$$

Nenazivni odnos transformacije je

$$a = 1 + n\Delta a \ , \tag{7}$$

gde je: Δa - regulacioni korak, a n – položaj regulacionog otcepa.

Pad napona u transformatoru, kad se zanemari poprečna komponenta pada napona, pošto je aktivna otpornost transformatora, R_T, veoma mala, je

$$\Delta V = \frac{V_1}{a} - m_n V_2 = \frac{R_T P + X_T Q}{m_n V_2} \approx \frac{X_T Q}{m_n V_2} \ . \tag{8}$$

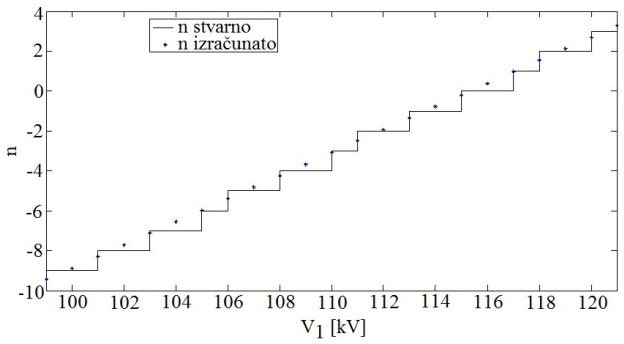
U određenom radnom stanju, kada je poznat napon na primarnoj strani transformatora, željeni napon na sekundaru, opterećenje transformatora i njegovi parametri, iz jednačine (8) se može dobiti nenazivni odnos transformacije a, a zatim iz jednačine (7) položaj regulacionog otcepa n, za koji se proračunom može dobiti neki pozitivan ili negativan celi broj. Kako je n celobrojna veličina, usvaja se najbliža celobrojna vrednost. Tada se za određivanje stvarne vrednosti regulisanog napona V_2 koristi jednačina pada napona (8).

V. SIMULACIJA RADNIH STANJA DRT-A

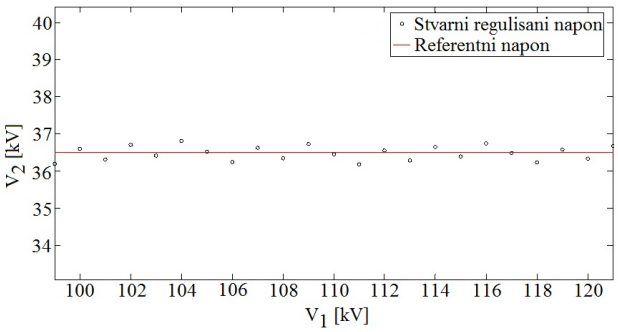
Za simulaciju različitih radnih stanja distributivnog regulacionog transformatora korišćen je primer realnog tronamotajnog regulacionog transformatora snage S_n=31,5 MVA, sprege $Y_N y_n d_5$, čiji se tercijer ne koristi. Ovaj transformator ima promenljivi prenosni odnos 110kV±10x1,5% / 36,75kV / 10,5kV, napon kratkog spoja je u_k=10,46%, a sa sabirnica 36,75 kV napaja potrošačko područje ukupne, trofazne, snage P=22MW, uz $cos\ \varphi$=0,8 ind.

Simulacije su izvršene u slučaju: a) promene napona primara i b) promene prividne snage opterećenja. Navedene veličine su menjane u takvim opsezima da se simuliraju moguća normalna radna stanja mreže.

Napon primara, V_1, je najpre menjan u dozvoljenim granicama, u opsegu ±10% nazivog napona prenosne mreže (odnosno od 99kV do 121kV). Napon je menjan u koracima od 1kV. Potrošnja aktivne snage potrošačkog područja je smatrana konstantnom, P=22MW, uz $cos\varphi$=0,8 ind., dok je željeni napon na sekundaru bio V_2=36,5 kV. Nađeni su izračunati položaji regulacionog otcepa, $n_{izračunato}$, za različite napone V_1, na osnovu (8) i (7), a potom i $n_{stvarno}$ koje je dobijeno zaokruživanjem izračunate vrednosti na prvu celobrojnu vrednost (Sl. 4). Na osnovu Sl. 4 se može zaključiti da navedeni regulacioni transformator ima dovoljan opseg regulacije za zadata radna stanja, tj. $n_{stvarno}$ se kreće od -9 do 3.



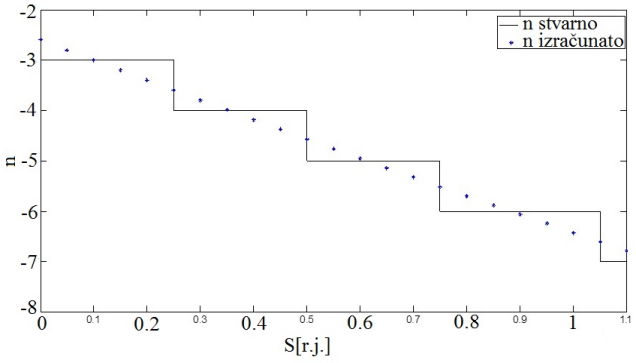
Sl. 4. Promena regulacionog otcepa u zavisnosti od promene napona primara, pri konstantnoj potrošnji.



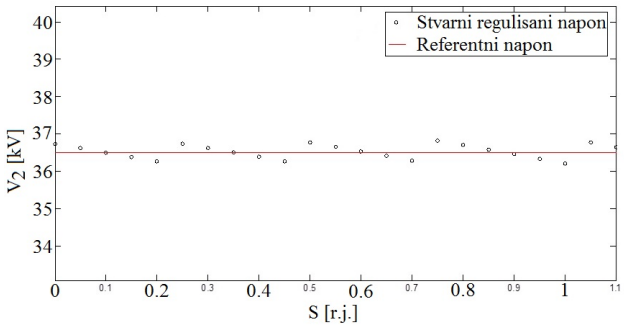
Sl. 5. Promene regulisanog napona na sekundaru sa promenom napona primara, pri konstantnoj potrošnji.

Korišćenjem $n_{stvarno}$ je izračunavan i napon na sekundarnoj strani na osnovu (8), a rezultati simulacije su prikazani na Sl. 5. Maksimalno odstupanje regulisanog napona sekundara od željene vrednosti iznosi 0,314 kV (pri naponu primara od V_1=111 kV), što predstavlja 0,86 % željenog napona, i što je veoma malo odstupanje (manje od 1 %).

Simulacije rada distributivnog regulacionog transformatora izvršene su i pri promeni snage opterećenja od S=0 do preopterećenja od S=1,1S_n , uz *cos* φ=0,8 ind. i sa korakom od 0,05S_n. Napon primara se u ovom slučaju smatrao konstantnim, V_1=105 kV, a željeni napon na sekundaru je takođe bio 36,5 kV. Rezultati simulacija su prikazani na Sl. 6 i 7. Sl. 6 pokazuje da i u ovim radnim stanjima regulacioni transformator ima dovoljan opseg regulacije, odnosno $n_{stvarno}$ se menja od -3 do -7. Maksimalno odstupanje regulisanog napona sekundara od željene vrednosti iznosi 0,3225 kV (pri snazi opterećenja od S=23,625 MVA odnosno 0,75S_n). To predstavlja 0,88 % željenog napona na sekundaru, što se smatra vrlo malim odstupanjem. Pored toga, analiza vrednosti $n_{stvarno}$ sa Sl. 4 i 6 ukazuje na to da je zakonitost regulacije napona razmatranog DRT-a linearna.



Sl. 6. Promene regulacionog otcepa u zavisnosti od promene snage opterećenja, pri konstantnom naponu primara.



Sl. 7. Promene regulisanog napona na sekundaru u zavisnosti od promene snage opterećenja, pri konstantnom naponu primara.

VI. ZAKLJUČAK

U radu je istaknuto da je najvažniji način regulacije napona u distributivnim mrežama promena prenosnog odnosa distributivnih regulacionih transformatora. Na primeru realnog transformatora izvršene su simulacije različitih mogućih normalnih radnih stanja. Razmatrana su: stanja u kojima je konstantna snaga opterećenja pri promeljivom naponu primara, i stanja u kojima je snaga opterećenja potrošnje promenljiva, a napon primara konstantan.

Pokazano je da razmatrani transformator ima dovoljan opseg regulacije u oba razmatrana slučaja, i da napon sekundara, koji se reguliše, za manje od 1% odstupa od željenog napona. Na osnovu toga se zaključuje da razmatrani distributivni regulacioni transformator izvršava svoj cilj, održava sekundarni napon na željenoj vrednosti.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je baziran na diplomskom radu “Regulacija napona u EES” napisanom pod mentorstvom prof. dr Dragana Tasića kome se autor posebno zahvaljuje na korisnim sugestijama. Autor je zahvalan i docentu dr Lidiji Korunović, na savetima i pomoći tokom pisanja ovog rada.

LITERATURA

[1] Antonio Gómez-Expósito, Antonio J. Conejo, Claudio Cañizares, *Electric Energy Sistems Analysis and Operation*, Boca Raton (FL), CRC press, 2009.

[2] Dobrivoje P. Stojanović, *Prenos električne energije*, Niš, Elektronski fakultet, 2008.

[3] M. S. Ćalović, *Regulacija elektroenergetskih sistema; Tom 2 – Regulacija napona i reaktivnih snaga*, Beograd, Elektrotehnički fakultet, 1997.

[4] M. Ćalović, P. Stefanov, *Zbirka rešenih zadataka iz regulacije elektroenergetskih sistema*, Beograd, Beopres, 2000.

Sistem za kontrolu radnog vremena i pristupa laboratoriji realizovan na Raspberry Pi platformi

Nikola Živković, Miloš Milojević, Nikola Nikolić, Branislav Majkić, Slavimir Stošović

Sadržaj – Sistem opisan u ovom radu omogućava pristup laboratoriji otključavanjem elektromehaničke brave pomoću Android mobilnog uređaja, prikupljanje podataka o radnim uslovima u laboratoriji, evidenciju prisutnih članova, automatsko upravljanje osvetljenjem i izradu izveštaja o radnom vremenu. Glavna hardverska komponenta sistema jeste Raspberry Pi, koji služi kao lokalni server za skladištenje baze registrovanih korisnika, upravlja kamerom za video nadzor, vrši očitavanje senzora temperature, vlažnosti vazduha i jačine svetlosti. U slučaju da jačina svetlosti padne ispod minimalne dozvoljene vrednosti Raspberry Pi upravlja osvetljenjem u laboratoriji. Kreiranje korisničkih naloga i registracija Android uređaja za upravljanje se vrši u okviru PHP Web aplikacije. Softverski moduli opisanog sistema za kontrolu radnog vremena i pristupa laboratoriji su napisani na tri programska jezika - JAVA, Python i PHP uz integraciju MySQL baze podataka.

I. UVOD

Savremeno doba je uvelo računare u sve oblasti života što vodi ka potpunoj automatizaciji. Koncept povezivanja *embedded* računarskih uređaja u okviru postojeće Internet infrastrukture popularno je nazvan *Internet of Things* (*IoT*) [1]. On treba da ponudi napredno povezivanje uređaja, sistema i usluga koje prevazilaze sadašnju komunikaciju dve mašine i pokriva različite protokole, domene i aplikacije. Pri tome se odnosi na širok spektar uređaja kao što su klima uređaji, veš mašine, implanti za praćenje rada srca, bio-čipovi koji se ugrađuju domaćim životinjama, vozila koja pomažu u spašavanju ili akviziciji podataka na nepristupačnim predelima, kao što je VTŠ Explorer [2] - [4].

Sa ciljem da se pospeši učenje i razumevanje računarstva, poslednjih godina su razvijeni mnogi koncepti jeftinog hardvera koji korisnicima omogućavaju da bez bojazni da će oštetiti skupoceni računar zavire „ispod haube“. Dva najpopularnija koncepta su poznata pod nazivima Arduino [5] i Raspberry Pi [6].

Arduino je fizička računarska platforma otvorenog koda zasnovana na jednostavnoj ploči sa ulazno-izlaznim pinovima. Preko digitalnih ulazno-izlaznih i analognih ulaznih konektora, Arduino mikrokontroler može da prima signale iz okoline ili da kontroliše druge elektromehaničke komponente, ali ipak poseduje skromnije performanse od hardvera nazvanog Raspberry Pi.

Raspberry Pi (RPi) predstavlja računar veoma malih dimenzija, razvijen u Velikoj Britaniji sa ciljem promovisanja računarstva u školama [7] [8]. Ovaj računar veličine kreditne kartice može da izvrši mnoge zadatke jednako dobro kao i desktop računar, kao na primer pravljenje tabela, obradu teksta, igranje video igara. Takođe ima mogućnost da reprodukuje HD video zapise. Raspberry Pi može da pokrene nekoliko verzija Linux-a i širom sveta se koristi u raznim oblastim, od podučavanja dece programiranju do izgradnje robota ili sistema za kućnu zabavu.

Mobilni telefoni, koji su svakodnevno u upotrebi, sve češće se koriste za kontrolu i upravljanje pomenutim sistemima. Android [9] kao operativni sistem otvorenog koda predstavlja najpopularniji i najzastupljeniji operativni sistem za mobilne uređaje današnjice. U zadnjih nekoliko godina mnogi projekti su započeti sa ciljem da približe Android drugim platformama. Naročito je značajno što se sve to može postići po vrlo pristupačnoj ceni.

U okviru sistema za kontrolu radnog vremena i pristupa laboratoriji, opisanog u ovom radu, Raspberry Pi povezan sa elektromehaničkim sklopom se kontroliše sa Android uređaja pomoću kreirane Android aplikacije. Takođe, kreirana je i PHP Web [10] aplikacija koja služi za kontrolu baze korisničkih naloga. Podaci snimljeni u MySQL [10] bazi se mogu koristiti za kreiranje odgovarajućih izveštaja o radnom vremenu.

U drugom poglavlju rada opisane su osnovne hardverske karakteristike Raspberry Pi mikroračunara koji je korišćen u projektu. Nakon trećeg poglavlja i opisa korišćenih senzora, u četvrtom poglavlju je detaljno opisana šema realizovanog elektromehaničkog sklopa. Poglavlje pet daje detaljan opis funkcionalnosti sistema, dok su u poglavlju šest opisane specifičnosti PHP Web aplikacije.

II. RASPBERRY PI

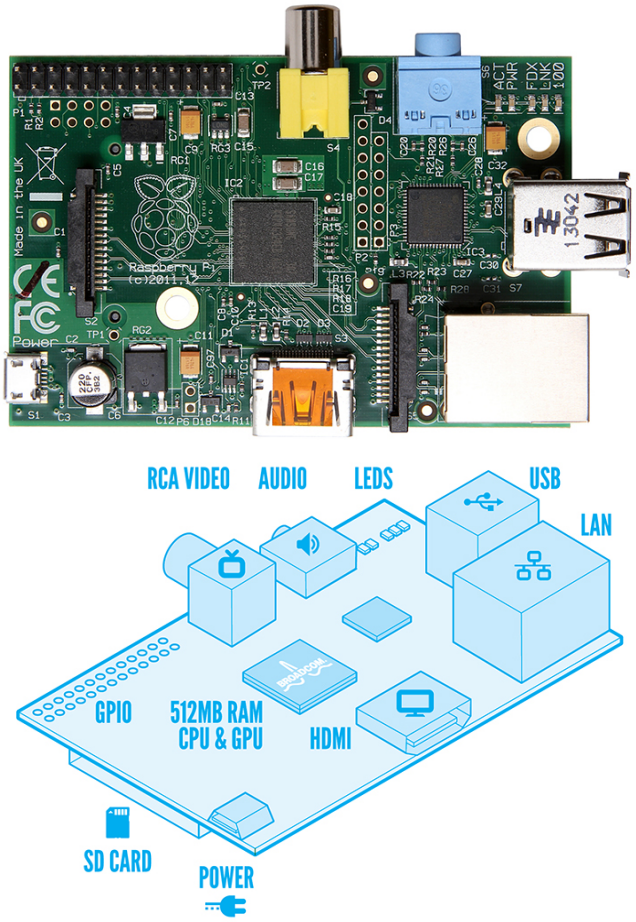
Mogućnost instalacije nekoliko različitih operativnih sistema (Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux, Risc OS i drugi), kao i programiranja na mnogim jezicima (Scratch, C, C++, JAVA, Perl, Ruby, Python) uz nisku cenu i male dimenzije, učinila je RPi računar veoma popularnim [11].

Nikola Živković, Miloš Milojević, Nikola Nikolić i Branislav Majkić su studenti na smeru Savremene Računarske Tehnologije i članovi VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20 e-mail: zivko91@gmail.com, milossrt@gmail.com, nikolabrej@gmail.com, bane_majkic@live.com

Slavimir Stošović je predavač i koordinator VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

Glavna komponenta koja omogućava da ovaj računar bude tako mali i istovremeno moćan je Broadcom BCM2835 sistem na čipu (SoC) koji sadrži ARM1176JZFS procesorsko jezgro sa pokretnim zarezom i radnim taktom od 700MHz (što je u odnosu na Arduino-vih 16MHz znatno bolje), kao i Videocore 4 grafičku procesorsku jedinicu (GPU). Grafička procesorska jedinica omogućava da se koristi Open GL ES 2.0 [12] a omogućava i dekodovanje 1080p30 H.264 signala kao i izračunavanja opšte namene pri brzinama od 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s ili 24 GFLOPs. To znači da se Raspberry Pi može priključiti na HDTV i gledati visoko kvalitetan BluRay video koristeći H.264 kodek na 40MBits/s.

Model B, korišćen u ovom radu (Slika 1.), poseduje 10/100 Ethernet port tako da omogućava surfovanje Internetom ili korišćenje kao web server, što je u ovom radu iskorišćeno. Većina Linux operativnih sistema za RPi se može lako smestiti na SD karticu od 2GB, ali su podržane i veće kartice. Na sebi još poseduje i standardni priključak za namensku Raspberry Pi kameru.



Slika 1. Raspberry Pi model B

RPi model B ima dva integrisana USB porta za povezivanje miša i tastature, ali se za povezivanje većeg broja uređaja može se koristiti USB čvorište (USB HUB). Preporučljivo je da se koristi čvorište sa napajanjem kako ne bi preopteretili regulator napona na matičnoj ploči. Napajanje Raspberry Pi-a je jednostavno, samo treba uključiti bilo koje USB napajanje u mikro-USB port. Dugme za napajanje ne postoji, već se Pi pokreće čim se poveže sa napajanjem, a isključuje se jednostavnim uklanjanjem napajanja.

Ono što čini ovaj računar izuzetnim, je GPIO port opšte namene, sa 8 ulazno/izlaznih pinova preko kojih se mogu kontrolisati dodatni senzori, releji ili čitavi uređaji. U okviru ovog projekta, ovi pinovi su iskorišćeni za povezivanje senzora i očitavanje njihovih vrednosti. Osim toga pinovi vrše prenos signala za upravljanje električnim sklopovima, u ovom slučaju električnom bravom i relejom za uključivanje svetla. Preko ovog konektora dovodimo i neophodno napajanje senzorima (3.3V ili 5V) i napajanje za rad Raspberry Pi (5V).

III. SENZORI ZA AKVIZICIJU I KAMERA

Ono što omogućava akviziciju podataka u laboratoriji jesu senzori, dok je za video nadzor ugrađena namenska RPi kamera. U ovom radu iskorišćen je senzor temperature i vlažnosti DHT-22 i fotootpornik (Slika 2.).

RHT22 - Senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha [13] se sastoji od kapacitivnog senzora vlažnosti vazduha, termistora za merenje temperature i elektronike za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Fabrički je kalibrisan i ne zahteva nikakva posebna podešavanja, a sa RPi-jem se povezuje preko digitalnog pina.



a) b) c)

Slika 2. Periferije ugrađene na Raspberry Pi
a) senzor temperature i vlažnosti, b) foto otpornik,
c) namenska Raspberry Pi kamera

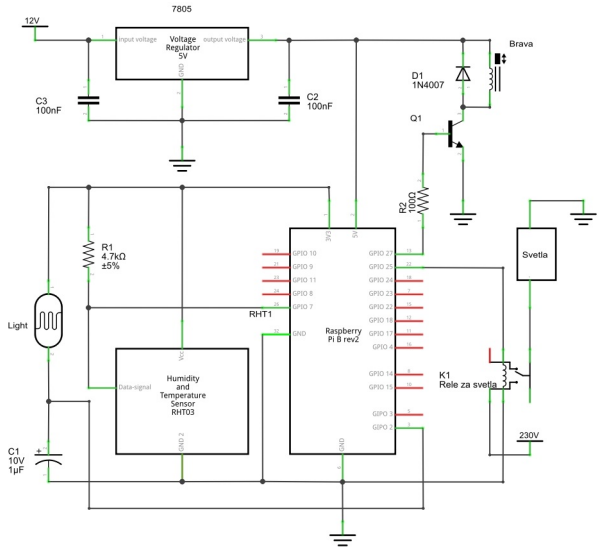
Fotootpornik je takođe montiran na RPi. On preko analognog pina daje vrednost jačine osvetljenja područja u kome se nalazi. Trajanje intervala za očitavanje vrednosti senzora iznosi 100ms. Na osnovu izmerene vrednosti automatski se uključuju svetla u laboratoriji pod uslovom da je bar jedan korisnik prijavio svoje prisustvo.

Infra-crvena (IR) kamera omogućava Rasperry Pi ploči snimanje HD videa (1080p) i fotografija u mraku. Povezuje se na Raspberry Pi preko CSI porta (Camera Serial Interface). Ploča je veoma malih dimenzija (25mm x 20mm x 9mm) i teži svega 3 grama. Senzor ima rezoluciju od 5 megapiksela sa fiksnim sočivom za fokusiranje. Može da snima fotografije rezolucije do 2592x1944 piksela, a podržava i snimanje u 1080p30, 720p60 i 640x480p60-/90 modovima. Koristeći filtar koji dolazi uz kameru mogu se praviti IR fotografije i snimci na dnevnom svetlu koji otkrivaju golim okom nevidljive strukture u prirodi.

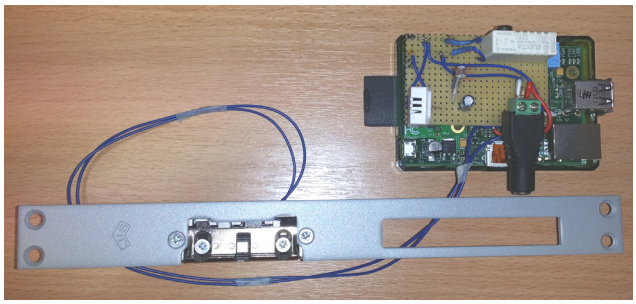
IV. OPIS SISTEMA

Principijelna šema elektromehaničkog sklopa prikazana je na Slici 3. Komunikacija pasivnih i aktivnih komponenata sa Raspbery Pi je ostvarena preko jednostavnog interfejsa napravljenog na raster ploči (Sl. 4.).

Ceo sklop se napaja sa 5V koje obezbeđuje regulator napona L7805. Na ulazu ovog kola možemo da dovedemo maksimalnih 40V a na izlazu dobijamo stabilnih 5V. Preporučuje se korišćenje blok kondenzatora na ulazu i izlazu kola L7805, koji obezbeđuju stabilan rad i sprečavaju samooscilovanje regulatora.



Slika 3. Principijelna šema elektromehaničkog sklopa



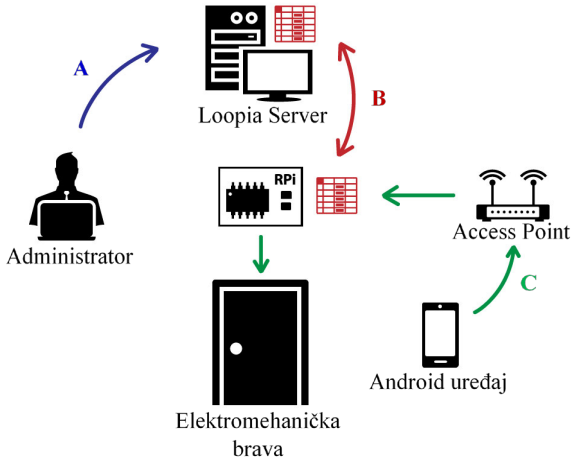
Slika 4. Realizovani elektromehanički sklop Raspberry Pi sa perifernim uređajima

Naponom od 5V napaja se Raspberry Pi i tranzistorski prekidač čija je uloga kanalisanje napona za pokretanje elektromagneta u bravi. Prekidač je izrađen korišćenjem NPN tranzistora BDP947, označen na šemi sa Q1, a njegove prednosti su veoma male dimenzije i velika kolektorska struja, neophodna za pokretanje elektromagneta. Dioda 1N4007 je paralelno povezana na elektromagnet brave i njena uloga je da zaštiti tranzistor od povratne elektromotorne sile koja je prisutna dok je prekidač u OFF režimu. Impuls za „otvaranje“ brave dovodimo sa pina 13 Raspberry Pi preko otpornika R2 od 100Ω na bazu prekidačkog tranzistora i u momentu kad se na bazi nađe impuls, struja protiče kroz tranzistor i elektromagnet brave, što dovodi do otključavanja.

Fotootpornik (Light) i senzor temperature i vlažnosti vazduha (RHT03) se napajaju sa 3.3V koje dobijamo sa pina Raspberry Pi. Informaciju o osvetljenju koristimo za pokretanje releja K1, koji je spojen između neonskog osvetljenja laboratorije i mrežnog napona od ~230V.

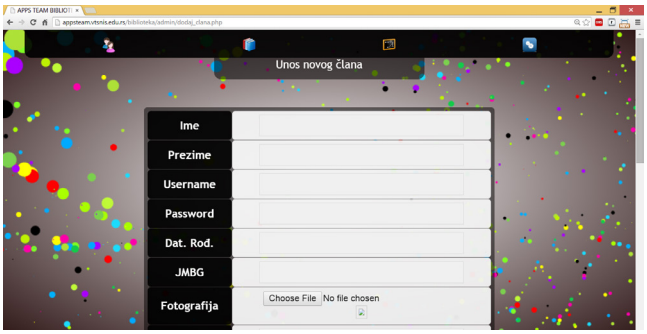
V. OPIS FUNKCIONALNOSTI SISTEMA

Princip funkcionisanja celokupnog sistema je grafički prikazan na Slici 5. Svi korisnici sistema moraju biti registrovani u bazi članova laboratorije. S obzirom da je baza jedinstvena za sistem kontrole radnog vremena i pristup laboratoriji, PHP aplikaciju Biblioteka VTŠ Apps Tima [14] i PHP aplikaciju VTŠ Explorer [2] ova baza se nalazi na serveru kompanije Loopia ali i na samom RPi-ju.



Slika 5. Principijelna šema realizovanog sistema

Dakle, prvi korak je da administrator kreira nalog korisnika (Slika 4. korak A) popunjavanjem Web forme u PHP aplikaciji koja je prikazana na Slici 6. Na taj način korisnik dobija univerzalno korisničko ime i lozinku za pristup svim gore pomenutim aplikacijama Tima.

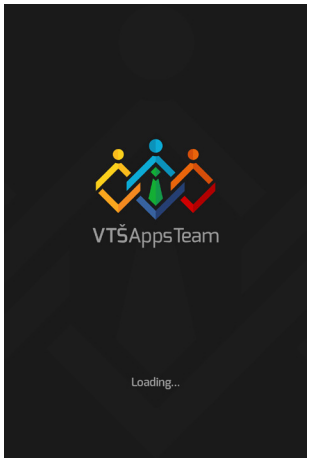


Slika 6. PHP Forma za kreiranje naloga

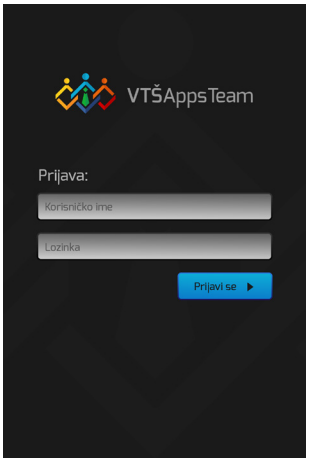
Prilikom kreiranja naloga, PHP aplikacija proverava da li postoji, tj. da li je slobodno uneto korisničko ime za

novokreiranog korisnika. Istovremeno se radi i validacija forme u pogledu provere obaveznih polja i da li su podaci uneti u pravilnom formatu. Ukoliko kreirani nalog zadovoljava sve uslove i sigurnosne provere PHP aplikacija skladišti nalog sa detaljnim informacijama o korisniku u *MySQL* bazu podataka i vrši sinhronizaciju baze sa bazom koja se nalazi na RPi serveru (Slika 4. korak B).

Nakon toga, korisnik instalira na svoj Android mobilni uređaj aplikaciju VTŠAccessControl koja je razvijena za ove potrebe. Korisnik može u jednom trenutku registrovati samo jedan uređaj. Promena registrovanog Android uređaja za kontrolu sistema podrazumeva prvo odjavljivanje prethodno registrovanog uređaja. Kod startovanja Android aplikacije, prvo se pojavljuje Splash Screen (Slika 7.).



Slika 7. Splash Screen



Slika 8. Forma za prijavu

Izgled naredne forme, koja će se pojaviti nakon Splash Screen-a zavisi od rezultata sledećih provera:

1. Da li je aplikacija startovana prvi put,
2. Da li je korisnik registrovao svoj nalog putem Android aplikacije,
3. Da li je korisnik aktiviran odnosno odobren od strane administratora.

Ove tri provere se vrše čitanjem fajla koji se nalazi u internoj memoriji telefona i koji je kriptovan SHA-256 hashom, sa ključem za dešifrovanje.

Ukoliko je aplikacija startovana prvi put, što znači da korisnik ima kreiran nalog ali još uvek nije registrovao svoj Android uređaj za kontrolu sistema, pojavljuje se forma za prijavu (Slika 8.). Na prikazanoj formi korisnik mora da popuni dva obavezna polja za korisničko ime i šifru, koje je odabrao prilikom kreiranja naloga u PHP aplikaciji. Klikom na dugme "Prijavi se", šalje se iz Android aplikacije POST HTTP zahtev PHP aplikaciji sa sledećim parametrima:

- token (sigurnosni ključ) kriptovan *sha1 hesh*-om [sha]
- MAC adresa uređaja
- korisničko ime i
- korisnička šifra

PHP aplikacija prilikom primanja HTTP zahteva od strane Android aplikacije obrađuje isti, ispitivanjem svih poslatih parametra i traženjem korisnika u *MySQL* bazi podataka po određenim kriterijumima (korisničko ime i lozinka), a zatim odgovara određenim *response* kodom.

Na osnovu primljenog koda Android aplikacija donosi odluku o sledećim procedurama koje treba da realizuje. Postoji nekoliko kodova koje Android aplikacija može da primi od PHP aplikacije i to:

1. da korisnik sa određenim korisničkim imenom i lozinkom ne postoji u bazi
2. da nije validan token (sigurnosni ključ)
3. da je došlo do pokušaja prijavljavanja sa podacima postojećeg korisnika ali sa Android uređajem koji nije registrovan u bazi – pokušaj se upisuje u posebnu tabelu neautorizovanih korisnika
4. da je korisnik poslao zahtev za registraciju uređaja
5. da je korisnik uspešno registrovan.

Ukoliko Android aplikacija dobije odgovor da je korisnik uspešno poslao zahtev za registraciju uređaja, korisniku se prikazuje nova forma, takozvani Wait Screen, porukom da je zahtev za registraciju uspešno poslat i da njegov nalog čeka na aktivaciju od strane administratora. U tom trenutku PHP aplikacija šalje administratoru email sa obaveštenjem i zahtevom za aktivaciju registrovanog korisnika. Prilikom svakog ponovnog pokretanja aplikacije, a posle odrađenog koraka za registraciju iz Android aplikacije, Splash Screen odmah redirektuje korisnika na Wait Screen sa istom porukom i odmah proverava HTTP POST zahtevom da li mu je nalog aktiviran.

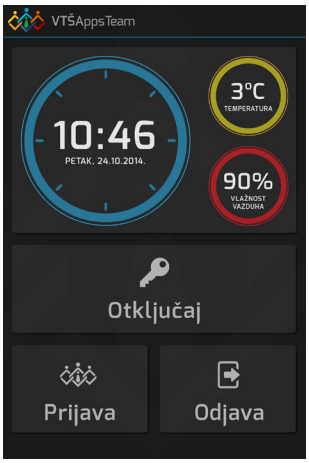
Administrator nakon primanja obaveštenja putem emaila, treba da preko PHP aplikacije aktivira, tj. odobri nalog i Android uređaj korisnika. Nakon odobravanja od strane administratora, korisnik dobija mail sa obaveštenjem kao i push-up notifikaciju na svom Android uređaju, da je nalog aktivan. Kod prvog narednog pokretanja aplikacije korisnik biva redirektovan na Home Screen (Slika 9.).

Na Home Screenu korisnik ima uvid u trenutno vreme, trenutnu temperaturu i vlažnost vazduha u laboratoriji kao i tri dugmeta za otključavanje vrata, prijavu dolaska i odjavu prilikom odlaska iz laboratorije.

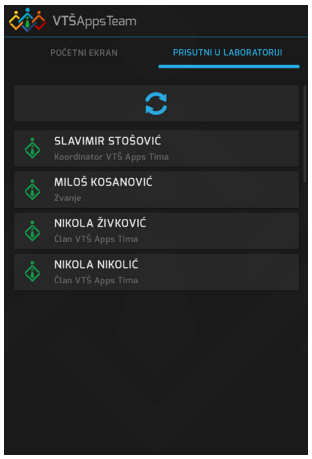
Prilikom prikazivanja Home Screen forme, u pozadini se vrši provera da li postoji aktivna Internet konekcija (WiFI, GPRS) i da li je korisnik konektovan na određeni VTŠAppsTeam *Access Point* mrežni uređaj sa predefinisanom MAC adresom (Slika 4. korak C). Ukoliko dođe do prekida Internet konekcije, pojavljuje se dijalog sa obaveštenjem za korisnika i prečice za ponovno aktiviranje Interneta.

Samo pod uslovom da je korisnikov Android uređaj povezan na predodređeni *Access Point*, biće mu omogućene na Home Screen-u sve opcije, odnosno moći će da otključa vrata ili prijavi/odjavi prisustvo. Na taj način se kontroliše da korisnik mora fizički da bude u blizini laboratorije prilikom otključavnanja. Ukoliko su vrata predhodno bila otključana moći će samo da se prijavi na sistem ili odjavi sa istog. Za otključavanje vrata, prijavu i odjavu na sistem Android aplikacija u lokalnoj mreži

komunicira sa RPi-jem preko soketa (Socket) na kome je startovan server pisan u Python programskom jeziku. Postupak je sledeći:
1. na Android aplikaciji se kreira JSON objekat sa sledećim parametrima: korisničko ime, šifra, MAC adresa, akcija (radnja koja treba da se odradi), token (sigurnosni ključ).
2. JSON objekat se putem soketa koji RPi osluškuje na određenom portu prosledi,
3. RPi zatim dekoduje primljene parametre (dekoduje ih takodje u JSON) i vrši proveru tokena i akcije koja treba da se odradi,
4. Ukoliko prođu sve sigurnosne provere, RPi šalje HTTP zahtev prema udaljenom serveru (Loopia) na kome je hostovana PHP aplikacija sa MySQL bazom podataka,
5. PHP obrađuje zahtev i na osnovu zahteva upisuje korisnikovo vreme prijave/odjave, i odgovara sa određenom kodnom porukom,
6. Ukoliko zahtev ne prođe sigurnosne provere, uređaj se isključuje sa soketa.



Slika 9. Home Screen



Slika 10. Lista prisutnih članova

Poslednja forma pod nazivom Prisutni u laboratoriji omogućava prikaz svih korisnika koji su prijavljeni u prostoriji (Slika 10.). To se postiže takođe slanjem HTTP zahteva sa tokenom PHP aplikaciji, na određenom end-point-u. Na ovoj formi se nalazi i dugme za ponovnu sinhronizaciju ukoliko želimo da u datom trenutku obnovimo listu prisutnih korisnika.

VI. Raspberry Pi funkcionalnosti

Postoji nekoliko akcija kojima RPi može da opsluži Android aplikaciju:
1. otključavanje vrata
2. dostavljanje vrednosti senzora temperature i vlažnosti vazduha u bilo kom vremenskom intervalu
3. upravljanje svetlom

1. Ukoliko RPi primi zahtev za otključavanje vrata, na pinu 13 (GPIO 13) se generiše impuls koji pobuđuje tranzistor, čime se brava na vratima otključava. Posle tri sekunde brava se ponovo zaključava i RPi odgovara Android aplikaciji preko soketa da je akcija uspešno izvršena.

2. Ukoliko RPi primi zahtev za dostavljanje vrednosti senzora temperature i vlažnosti vazduha, preko određene biblioteke za senzor RHT03, obrađuje signal primljen na pinu 4 na kom je povezan sam senzor, akumulira 40 bitova, koje zatim formatira u 5 bajtova. Ovi bajtovi predstavljaju vrednosti za vlažnost vazduha - visoka vrednost, vlažnost vazduha - niska vrednost, temperatura – visoka vrednost i niska vrednost, kao i čeksumu tih vrednosti. Odgovara Android aplikaciji preko soketa da je aplikacija uspešno izvršena i dostavlja tražene podatke Android aplikaciji.

3. RPi-a može da upravlja osvetljenjem u prostoriji na dva načina. Odjavljivanjem poslednjeg korisnika iz laboratorije svetla se gase, odnosno ukoliko je u trenutku prijavljivanja prvog korisnika nivo svetlosti (izmeren senzorom) ispod minimalne vrednosti svetla se uključuju. Kontrola svetla se vrši slanjem visokog/niskog napona na pinu 22.

RPi na sebi ima pokrenut MySQL server i sinhronizovanu bazu podataka sa bazom na Loopia serveru. Sihronizacija se vrši prilikom odigravanja ključnih akcija kao što su registracija, brisanje ili menjanje korisničkih naloga na udaljenom serveru. Na taj način je omogućen pristup laboratoriji i bez aktivne Internet konekcije, odnosno komunikacijom Android uređaja i RPi-ja unutar lokalne mreže. Usled nestanka struje brava je zaključana i može se otključati klasičnim (mehničkim) ključem.

VII. Funkcionalnosti PHP aplikacije

PHP aplikacija ima pre svega administratorsku ulogu. Služi za kreiranje korisničkih naloga, pushup notifikaciju, slanje mailova, video nadzor i kreiranje izveštaja o radnom vremenu korisnika laboratorije.

A. Servis za pushup notifikacije i email poruke

Kada administrator u PHP aplikaciji odobri nalog koji čeka na aktivaciju, PHP aplikacija upisuje određeni parametar u *MySQL* bazu i pokreće servis za slanje mail i servis za slanje notifikacija. U pozadini VTŠAccessControl Android aplikacije, prilikom slanja zahteva za registraciju se takođe pokreće servis koji u određenom vremenskom intervalu, slanjem HTTP zahteva prema PHP aplikaciji dobija odgovor da li je korisnikov nalog aktiviran ili nije. Ukoliko jeste korisniku na Android uređaj stiže obaveštenje u vidu notifikacije da mu je nalog aktiviran, pa može odmah da pristupi korišćenju aplikacije.

B. Video nadzor

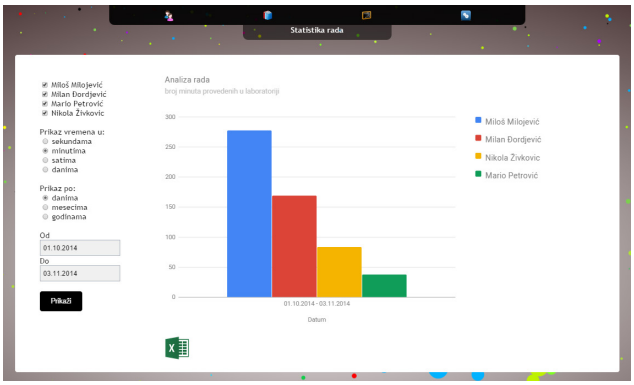
U svakom trenutku administrator PHP aplikacije ima mogućnost nadzora laboratorije preko namenske kamere koja je povezana na RP-i. Proces se odvija putem jednog od dva savremena *streaming* protokola kao što su *ABS* i *HLS*.

ABS - Adaptive bitrate streaming je tehnika strimovanja multimedijalnog sadržaja. Bazirana je na HTTP protokolu. Radi na principu adaptacije brzini prenosa podataka i kapacitetu CPU-a korisnika. Na osnovu toga koriguje prikaz multimedijalnog sadržaja. Kao rezultat ovakvog pristupa dobijamo veoma malo baferovanje podataka, brzo startovanje željenog sadržaja i dobru optimizaciju bilo za velike ili male prenose podataka.

HLS - HTTP live streaming radi na principu deljenja celog video sadrzaja za streaming na niz malih HTTP fajlova za skidanje sa mreže. Svaki fajl sadrži određenu sekvencu celokupnog sadržaja signala.

C. Kreiranje izveštaja

U kreiranju grafikona učestvuju 3 sloja aplikacije. PHP je na serverskoj strani zadužen za logiku aplikacije i u direktnoj je komunikaciji sa slojem baze podataka na kojem je MySQL sistem za upravljanje bazom podataka. U bazi se čuvaju svi podaci koje PHP preuzima putem upita nakon čega ih obrađuje. Na ovom sloju je potrebno prilagoditi podatke za transport ka krajnjem korisniku te se obrađeni podaci pakuju u JSON format (JavaScript Object Notation) nakon čega se šalju klijentu odnosno klijentskom sloju aplikacije. Za logiku klijentskog sloja aplikacije zadužen je javascript koji podatke raspakuje u format pogodan za kreiranje grafikona. Konačan prikaz grafikona na osnovu primljenih podataka se odvija pomoću *google application* interfejsa (Slika 11.). Svi podaci se mogu eksportovati u vidu Excel fajla.



Slika 11. Izgled jednog od izveštaja

VIII. ZAKLJUČAK

Sistem opisan u ovom radu je nastao iz potrebe da veći broj korisnika koristi laboratoriju (jednu prostoriju) uz određeni nivo kontrole i evidenciju radnog vremena. Mobilni Android uređaj odnosno razvijena aplikacija je iskorišćena kao „ključ“ za otključavanje elektromagnetne brave. Raspberry Pi mikroračunar predstavlja jezgro ovog sistema i ima zadatke upravljanja elektromagnetnom bravom, senzorima za prikupljanje temperature i vlažnosti vazduha, kao i čuvanje baze podataka korisnika.

Takođe, razvijena je PHP Web aplikacija koja omogućava upravljanje korisničkim nalozima, slanje odgovarajućih email poruka i notifikacije kao i pregled *livestream*-a sa RPi kamere. Vremena dolaska i odlaska korisnika u laboratoriju se snimaju u MySQL bazu podataka, na osnovu čega se kreiraju izveštaji o radnom vremenu, za odabrani vremenski interval.

Sve opisane funkcionalnosti su potvrđene u brojnim eksperimentima u realnim uslovima, a još jedna prednost rešenja prikazanog u ovom radu je njegova modularnost, tj. mogućnost dodavanja novih funkcionalnosti. U budućem radu na ovom projektu planira se proširenje funkcionalnosti: PIR (*Passive Infra-Red*) senzor za detekciju kretanja u laboratoriji, senzor dima za detekciju požara, dodavanje NFC (*Near Field Communications*) komunikacije telefona i RPi-ja, zvučnog obaveštavanja korisnika i ispisivanje poruka korisnicima na LED displeju.

ZAHVALNICA

Aplikaciju su realizovali članovi VTŠ Apps Tima u okviru Samsung Apps Laboratorije na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu. Autori se zahvaljuju beogradskoj kancelariji kompanije Samsung (*Samsung Electronics Adriatic, Belgrade Branch*) na podršci u radu.

LITERATURA

[1]http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things, oktobar 2014.
[2]N. Živković, N. Nikolić, B. Majkić, S. Stošović, “VTŠ Explorer robot-vozilo za akviziciju podataka,” Zbornik radova 6. IEEESTEC Konferencija, Niš, Srbija, Novembar 2013. pp. 61-66
[3]VTŠ Explorer 1 promo film, http://www.youtube.com/watch?v=yKZJHq831Vg, oktobar 2014.
[4]VTŠ Explorer prezentacija film, https://www.youtube.com/watch?v=Ph6pR9QKd88,oktobar 2014.
[5]John Baichtal, Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs, Amazon, 2013.
[6]http://www.raspberrypi.org/, oktobar 2014.
[7]http://www.bbc.co.uk/blogs/legacy/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young.html, oktobar 2014.
[8]http://www.electronicsweekly.com/news/design/embedded-systems/dongle-computer-lets-kids-discover-programming-on-a-2011-05/, oktobar 2014.
[9]Wei-Meng-Lee, Beginning Android 4 Application Development, Wrox, 2012.
[10]Hugh E. Williams i David Lane, Web aplikacije i baze podataka PHP i MySQL , Mikro knjiga, Beograd 2009.
[11]William A. Shay, Savremene komunikacione tehnologije i mreže, Kompjuter biblioteka, Beograd 2010.
[12] D. Rančić, S. Đorđević – Kajan, A. Dimitrijević, Open GL fiksna funkcionalnost, Elektronski fakultet u Nišu, Niš 2010.
[13] Dokumentacija senzor temperature i vlažnosti vazduha RHT03, http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Weather/RHT03.pdf , oktobar 2014.
[14] M.Milojević, S. Stošović, „Implementaija mPDF i e-MAIL php biblioteka“, zbornika radova Visoke tehničke škole u Nišu, novembar 2013., pp. 30-33.

Automatika postrojenja za preradu ispirnih voda linije za galvansko nanošenje Cu i Sn

Milan Živković, Marija Živković, Siniša Rančić, Tomislav Bogdanović

Sadržaj - U radu je opisana realizacija kontrole rada postrojenja za preradu ispirnih voda linije za galvansko nanošenje Cu i Sn u procesu proizvodnje štampanih ploča. Sistem omogućava uštedu korišćenja ispirnih voda sa jedne strane, a sa druge ispuštanje zakonom definisanih nivoa štetnih materija u kanalizacionu mrežu. Za ostvarenje projektnog cilja iskorišćena su dva Siemens-ova PLCa iz serije LOGO 7 sa odgovarajućim ulazno izlaznim modulima.

I. UVOD

Pogoni galvanizacije su veliki potrošači tehnoloških voda i zagađivači čovekove sredine. Ispirne vode iz pogona automatske linije za galvansko nanošenje Cu i Sn su zbog prisustva hromata i teških metala toksične, a zbog prisustva kiselih ostataka agresivne. Kako je prirodno čišćenje ovako zagađenih voda, zbog karaktera nečistoća nemoguće, potrebno je iz higijensko-sanitarnih razloga, a u skladu sa zakonskim propisima, vršiti prečišćavanje posebnim tehnološkim postupcima.

Tehnologija prečišćavanja otpadnih voda bazira se na indetifikovanju otpadnih voda, njihovom prikupljanju i obradi toksičnih materijala u njima, sprovodeći reakcije neutralizacije, oksido-redukcije i taloženja teških metala.

Procesom neutralizacije kiseline se neutrališu odgovarajućin alkalijama pri čemu nastaju neutralne soli. Teški metali se podešavanjem Ph vrednosti prevode u hidrookside i izdvajaju u vidu mulja.

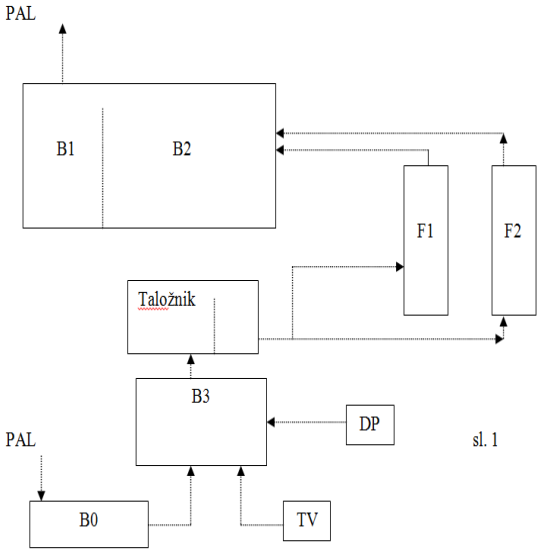
Automatski sistem za preradu ispirnih voda linije za galvansko nanošenje Cu i Sn mora sprovesti proces prečišćavanja otpadnih voda i meriti njihov kvalitet[1].

Proces prečišćavanja ispirnih voda koji bi odgovorio zahtevima prikazan je na slici 1.

Kao što je prikazano na slici 1, ispirne vode sa automatske linije za nanošenje Cu i Sn (označeno kao PAL) dovode se u prihvatni rezervoar, označen sa B0. Odavde se pumpama prebacuju u bazen za mešanje, označen kao B3. U ovom bazenu se kiseli koncetrati delimično neutrališu. Stanje nivoa bazena prati se nivostatima i po potrebi bazen se dopunjuje tehničkom vodom, označeno kao TV. Kada se proces mešanja završi, otpočinje proces neutralizacije koji se vrši dodavanjem NaOH preko dozirnih pumpi, označenih kao DP. U toku 20 miniuta, tj. projektovanog vremena za potpunost reakcije, uz pH vrednost rastvora 7-8 prisutni metali prelaze u svoje hidrookside koji se uklanjaju iz vode u taložniku.

M. Živković, M. Živković, S. Rančić, T. Bogdanović su iz fabrike štampanih ploča, Ei PCB Factory, Bul. Sv. Cara Konstantina 80-84, 18000 Niš, Serbia, E-mail: milan.zivkovic@eipcb.co.rs

Taložnik služi da neutralisanu vodu kojoj je dodat polielektrolit ugusti što brže i što više. Bistra voda otiče sa vrha taložnika preko pH kontrole i merača protoka u filtere F1 i F2, prikazanih na slici. Omekšana voda iz filtera se zatim prebacuje u veliki bazen podeljen na komore B2 i B1, koji služi kao rezervoar i ima ulogu da uvek liniji obezbedi potrebnu količinu ispirnih voda.



Slika 1 . Tehnička šema postrojenja za preradu otpadnih voda

II. ELEMENTI KONTROLNE AUTOMATIKE

Za realizaciju automatskog sistema prerade ispirnih voda neophodna je upotreba PLC kontrolera[2].

PLC kontroler je elemenat automatizovanog sistema, koji na osnovu prihvaćenih ulaznih signala sa ulaznih uređaja, po određenom programu, formira izlazne signale sa kojima upravlja izlaznim uređajima.U automatizovanom sistemu, PLC kontroler je obično centar upravljanja.

Izvršavanjem programa smeštenog u programskoj memoroji, PLC neprekidno posmatra stanje sistema preko ulaznih uređaja. Na osnovu logike implementirane u programu PLC određuje koje akcije trebaju da se izvrše na izlaznim uređajima. Za upravljanje složenim procesima moguće je povezati više PLC kontrolera među sobom.

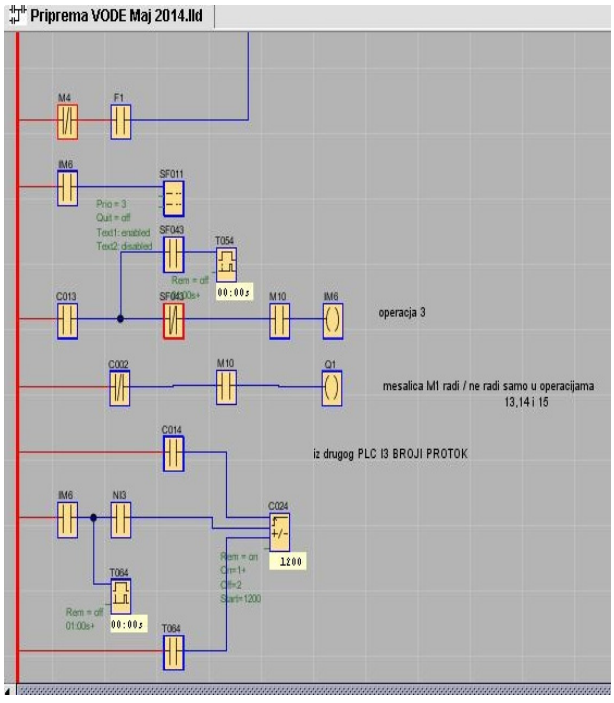
Ulazni i izlazni uređaji, koji se povezuju sa PLC uređajem, optimalno se odabiraju na osnovu zahteva i postavljenih kriterijuma definisanih u tehnološkom zadatku koje treba da zadovolje. U konkretnom slučaju odabran je SIEMENS LOGO! [3] logički modul koji ima sve osobine malog kompaktnog PLC-a. Za upravljačka rešenja kod

kojih nije potreban veliki broj ulaza i izlaza LOGO! 0BA7 je dobro rešenje, a ima i mogućnost povezivanja na eternet mrežu preko svog eternet porta.

Na osnovu detaljnog plana Sistema, broja senzora i opreme za kontrolu postrojenja odabrana je konfiguracija PLC kontrolera koja se sastoji od umrežena dva PLC kontrolera LOGO! Sa ukupno 44 digitalnih ulaza, 36 digitalnih izlaza, 8 analognih ulaza i 2 analogna izlaza. Pored pripadajućih elemenata neophodno je bilo obezbediti opremu za pH merenje i kontrolere tipa VLT Micro Drive[4] koji kontrolišu održavanje konstantnog pritiska u mreži ispirnih voda. Realizacija logičkih funkcija tj. programiranje PLC-a izvršena je programom LOGO! Soft Comfort [5] i to programiranjem u takozvanom lestvičastom dijagramu (pored ovog prisutan je i naziv leder ili relejni dijagram) koji nije ništa drugo do grafičko simbolično predstavljanje električnih kola. Izabrani simboli zapravo izgledaju slično šematskim simbolima električnih uređaja.

Lestvičasti dijagram sastoji se od jedne vertikalne linije, koja se nalazi na levoj strani, i linija koje se granaju prema desnom delu (vidi sliku 2). Linija sa leve strane naziva se bus bar a linije koje se granaju na desno su linije instrukcija. Duž linija instrukcija smešteni su uslovi koji vode do instrukcija pozicioniranih na desnom kraju dijagrama. Logička kombinacija ovih uslova određuje kada i na koji način se instrukcija na desnoj strani izvršava.

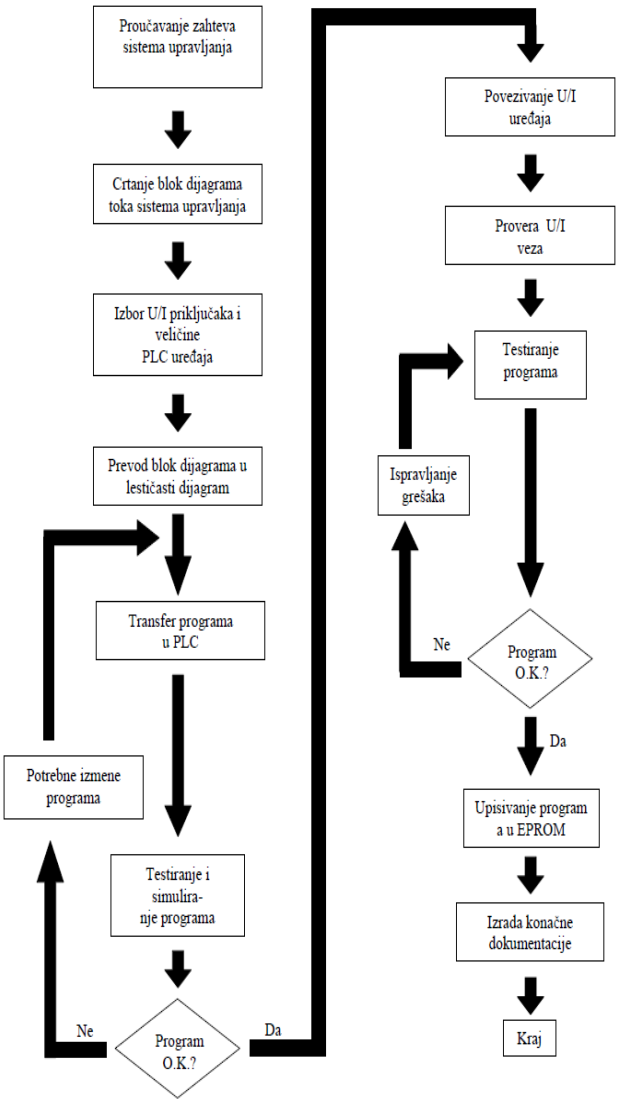
Za potrebe realizacije procesa prerade ispirnih voda razvijen je lestvičast dijagram koji se sastoji od ukupno 22 strane. Na slici 2 prikazana je samo jedna strana iz praktičnih razloga.



Slika 2 . Deo leder dijagrama

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Nakon sistemskog pristupa projektovanju sistema upravljanja pomoću PLC kontrolera, čija se struktura može predstaviti sledećim dijagramom:



Komandni orman postrojenja prikazan je na sl. 3. Prednost komandnog ormana urađenog na bazi PLC kontrolera u odnosu na komandne ormane napravljenih na bazi releja ogleda se u nekoliko sledećih stavki:

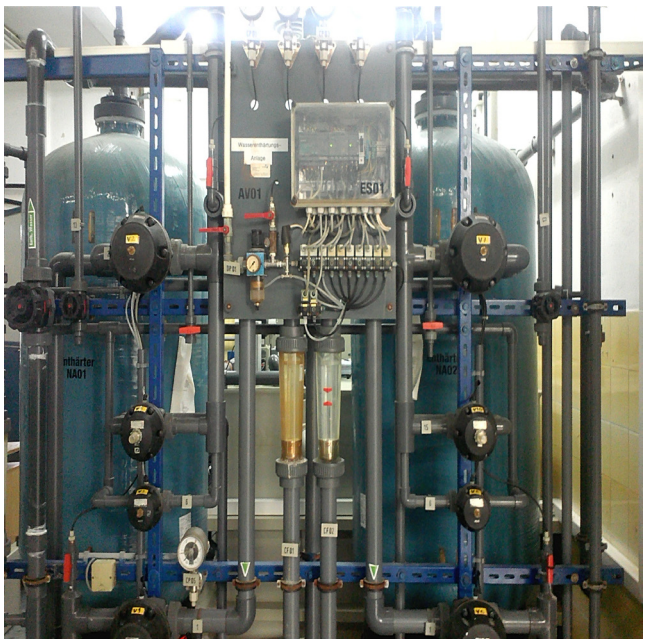
- Potrebno je 80% manje žica za povezivanje u poređenju sa konvencionalnim upravljačkim sistemom.
- Potrošnja je značajno smanjena jer PLC znatno manje troši od mnoštva releja.
- Dijagnostičke funkcije PLC kontrolera omogućavaju brzo i jednostavno otkrivanje grešaka.
- Izmena u sekvenciji upravljanja ili primena PLC uređaja na drugi proces, upravljanja može se jednostavno izvršiti izmenom programa preko konzole ili uz pomoć softvera

na računaru (bez potrebe za izmenama u ožičenju, sem ukoliko se ne zahteva dodavanje nekog ulaznog ili izlaznog uređaja).
• Potreban je znatno manji broj rezervnih delova.
• Mnogo je jeftiniji u poređenju sa konvencionalnim sistemom, naročito u sistemima gde je potreban veliki broj U/I uređaja.



Slika 3. Komandni ormar

Na slici 3 se uočava da je za vizuelni prikaz stanja procesa i parametara na ormanu postavljen tekstualni displej, a pored njega koriste se i svetlosni indikatori. U slučaju da dođe do opasne situacije oglašava se zvučni signal. Prikaz elemenata drugog kontrolnog ormana prikazan je na slici 4. Unutar ovog ormana nalazi se lan switch[6] koji služi da obezbedi mrežnu konekciju primenjenih LOGO! PLCa. Siemens je za potrebe udaljenog praćenja parametara PLCa razvio aplikaciju za Android platformu, tako da se parametri mogu pratiti i sa mobilnih uređaja. Jednostavnost softwera koji je SIEMENS obezbedio kao podršku ovom tipu PLCa omogućuje brzu realizaciju projektnih zadataka.



Slika 4. Drugi orman postrojenja sa pneumatskim ventilima

Treba naglasiti da je za ispravan rad ovakvog postrojenja izuzetno važno meriti tačnu vrednost pH vode. U ovom cilju ulazni pojačavač merača pH vrednosti izveden je kao diferencijalni pojačavač sa visokoomskim ulazima. Visokoomska ulazna impedansa ostvarena je upotrebom FET operacionih pojačavača. Na ulaznim priključcima operacionih pojačavača izvedena je zaštita od struja curenja. Pojačanje ulaznog pojačavača je A=1. Na drugom stepenu ulaznog pojačavača je ostvareno podešavanje asimetričnog potencijala elektrohemiijske ćelije. Ovim podešavanjem se potencijalna razlika elektrodnog para elektrohemijske ćelije u izotermičkoj tački (pH=6,88) dovodi na 0mV. Ovim je obezbeđena tačnost pH metra i merljivost kvaliteta ispirnih voda.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je obrađen princip rada postrojenja za preradu otpadnih voda čiji je osnovni zadatak da na osnovu merenih parametara otpadnih voda vrši njihovo prečišćavanje a samim tim i neposrednu zaštitu i doprinos očuvanju čovekove sredine. U razvojnom radu a i kasnije pri realizaciji korišćena su pozitivna iskustva iz ove oblasti kako stranih firmi tako i domaćih. Mogućnosti postrojenja u potpunosti odgovaraju postavljenom cilju, počev od merenja i regulacije, preko signalizacije, indiciranja rezultata i alarmiranja ekscesnih situacija do proširenja u mernom, regulacijskom i indikatorskom delu.

ZAHVALNOST

Autori žele da zahvale dr Danijelu Dankoviću kao i prof dr. Zoranu Prijiću sa Katedre za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] T. Cvetković, D. Randjelović, Merenje i automatizacija postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, Nauka 1995

[2] N. Matić, Uvod u industrijske PLC kontrolere, MikroElektronika, 2009.

[3]http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/pages/default.aspx

[4]http://www.sew-eurodrive.com/produkt/movidrive-b.htm

[5]http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/logo-software/Pages/Default.aspx

[6]en.wikipedia.org/wiki/Network_switch