IEEESTEC

6th 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: 978-86-6125-097-2

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
Ilijin Sandra
Vučić Nikola
Božić Miroslav
Kalezić Željko
Đorđević Ana
Simić Nikola
Đorđević Nataša

Technical Editor:
Ilijin Sandra

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
621.3(082)
004(082)
IEEESTEC Student Project Conference (6 ; 2013 ; Niš)
IEEESTEC 6th Student Project Conference,
[Niš, 2013] / organized by EESTEC LC, Niš [et al.] ;
[editors Stojadinović Ninoslav et al.].
- Niš : Faculty of Electronic Engineering, 2013 (Niš : Unigraf).
- 188 str. : ilustr. ; 30 cm
Radovi na srp. i engl. jeziku. – Tekst štampan dvostubačno.
- Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.
ISBN 978-86-6125-097-2
1. Stojadinović, Ninoslav, 1950- [уредник]
2. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Studentski ogranak (Niš)
a) Електротехника - Зборници b) Рачунарство - Зборници
COBISS.SR-ID 202668044

Printed by: "Unigraf", Niš
Circulation: 100 copies

Reviewers:

1. Vesna Paunović
2. Sanja Aleksić
3. Danijel Danković
4. Damir Nešić
5. Saša Dević
6. Marko Dimitrijević
7. Goran Nikolić
8. Mirjana Perić
9. Vladimir Stanković
10. Dušan Vučković
11. Ana Vučković
12. Vojkan Davidović
13. Boban Veselić
14. Miodrag Stojanović
15. Miroslav Božić
16. Saša Nikolić
17. Bojana Nikolić
18. Martin Jovanović
19. Dragana Živaljević
20. Emilija Živanović
21. Nataša Veljković
22. Ljubomir Vračar
23. Branislav Ranđelović
24. Marko Milojković
25. Petar Rajković
26. Miloš Marjanović
27. Marko Anđelković
28. Marija Milijić
29. Aleksa Ristić
30. Aleksandar Ilić
31. Sandra Đošić
32. Miona Andrejević-Stošović
33. Tatjana Nikolić
34. Nikola Simić
35. Goran Miljković
36. Miloš Stošić
37. Vladimir Ćirić
38. Zlatica Marinković
39. Bratislav Predić
40. Aleksandar Milosavljević
41. Nenad Milošević

Secretary:

Nešić Damir
Dević Saša
Ilijin Sandra
Vučić Nikola
Božić Miroslav
Kalezić Željko
Đorđević Ana
Simić Nikola
Đorđević Nataša

Table of contents:

1. Ispitivanje nove kinetičke metode za određivanje srebra (I) 1
2. Generator osnovnih signala zasnovan na programabilnom sistemu na čipu..... 5
3. PIN Photodiodes as Gamma Radiation Sensors..... 11
4. Primena asinhronih mašina kao generatora u malim hidroelektranama..... 15
5. Gromoglasni MOOC: ekranizacija visokog obrazovanja..... 19
6. Solar Tree Project..... 25
7. Matematički modeli za analizu prelaznih pojava sinhronog..... 29
8. Napredne CSS3 2D i 3D tehnike transformacije..... 35
9. Sajt koji učenicima srednje škole pomaže da lakše uče i savladaju nastavno gradivo..... 41
10 Upravljanje Lego Robota Mobilnim Telefonom..... 45
11. Fukoovo klatno 49
12. Kosi hitac i Koriolisova sila..... 53
13. Beskontaktni dinamo..... 57
14. GSM kontrola rada termoregulatora..... 61
15. Izrada Van De Grafov-og generatora u laboratorijskim uslovima..... 65
16. Upotreba NI sbRIO-9642 ploče i programskog okruženja LabVIEW..... 69
17. Laboratorijska maketa eskalatora 73
18. Teorijske osnove solarnih sistema..... 77
19. Proračun parametara solarnih sistema..... 83
20. Dielektrične karakteristike Ho/$BaTiO_3$ keramike..... 87
21. Calculation of Magnetic Field Distribution and Vortex-Core Size of Type-II Superconductors in the Mixed State via London Model…… 91
22. Aplikacija za kurs “Tehnike super pamćenja”..... 97
23. Smart Bus..... 101
24. Realizacija audio-efekata pomoću TMS320C5515 procesora..... 105
25. Projektovanje i realizacija LCD instrumentacionog interfejsa kao embedded sistema…… 111
26. Realizacija semafora pomoću digitalnih integrisanih logičkih kola..... 115
27. Tajmer refleksnih reakcija..... 119
28. Višekanalni DMA kontroler za potrebe visokopouzdanih sistema..... 123
29. Aplikacija za crtanje Data Flow Diagram-a..... 129
30. Realizacija indikatora opsega frekvencija audio signala..... 135
31. Detektor temperature zasnovan na astabilnom multivibratoru..... 139
32. Obrtni LED displej..... 143
33. Primena Gajger-Milerovog brojača Inspector EXP za određivanje koeficijenta apsorpcije materijala i aktivnosti radioaktivnog izvora..... 149
34. Razvoj i realizacija upravljačkog sistema za regulaciju brzine DC motora primenom mikrokontrolera PIC18F4431..... 155
35. PCB Fabrication..... 161
36. USB HID komunikacija mikrokontrolera sa računarom..... 165
37. VTŠ Explorer robot-vozilo za akviziciju podataka..... 169
38. Aplikacija „IEEESTEC kviz“ 175
39. Poboljšan proračun performansi kvantizera Gausovog izvora zasnovan na aproksimaciji funkcije gustine verovatnoće…… 179
40. PHP Web aplikacija IEEESTEC konferencije..... 185

Ispitivanje nove kinetičke metode za određivanje srebra (I)

M. Novaković, M. Pešić

Sadržaj – Ispitivana je mogućnost razvijanja nove kinetičke metode za kvantitativno određivanje srebra (I). Metoda se zasniva na reakciji oksidacije mangana (II) pomoću kalijum-peroksodisulfata i srebra (I) kao katalizatora u prisustvu fosfatnog pufera na temperaturi od 30 ± 1°C. Reakcija se odvija u dva stupnja. Prvi je indukcioni period i predstavlja oksidaciju mangana (II) u mangan (IV). Drugi stupnanj predstavlja oksidaciju mangana (IV) u mangan (VII). Brzina hemijske reakcije praćena je spektrofotometrijski. Dobijeni rezultati obrađeni su metodom početnih brzina za reakciju oksidacije od mangana (IV) do mangana (VII) u program OriginPro 8. Određen je opseg koncentracija reaktanata, kao i optimalni uslovi za odvijanje reakcije. Optimalna pH vrednost fosfatnog pufera je 1,5. Optimalna koncentracija kalijum-peroksodisulfata iznosi 2.5 x 10^{-2} M, dok su koncentracije srebra i mangana varirane u opsegu od 5.0 x 10^{-4} M do 5.0 x 10^{-3} M za srebro, i 5.5 x 10^{-5} M do 2.5 x 10^{-4} M za mangan. Izračunat je prvi red reakcije u odnosu na srebro za ceo tok reakcije, a za indukcioni period dobijen prvi red u odnosu na peroksodisulfat.

I. UVOD

Kinetičke metode su analitičke metode zasnovane na praćenju brzine reakcije i faktora koji na nju utiču. Uticaj na brzinu reakcije imaju temperatura i pritisak reakcione smeše, koncentracija reaktanata, priroda rastvarača, jonska sila rastvora, kao i prisustvo katalizatora, aktivatora ili inhibitora u reakcionoj smeši [1]. Katalitičkim kinetičkim metodama se kvantitativno određuju tragovi metala koji imaju katalitički uticaj na brzinu reakcije [2].

Kinetičke metode zasnovane na redoks-reakcijama su najbrojnije i najraznovrsnije zato sto se niz elemenata može pojaviti u više oksidacionih stanja I izbor standardnih rastvora reagenasa je veći u odnosu na druge metode. Takođe, nedovoljno brze reakcije obično se mogu ubrzati korišćenjem katalizatora [3]. Primer su reakcije oksidacije sa perokso-disulfatom (PDS) $S_2O_8^{2-}$. Ovaj reagens i pored visokog standardnog elektrodnog potencijala redoks-para ne može sam da oksiduje određene reduktore, kao što su Mn (II) ili Cr (III). Međutim, $S_2O_8^{2-}$ brzo oksiduje Ag (I) do Ag (II) koji ima sposobnost oksidovanja pomenutih reduktora, a samim tim i Mn (II) do Mn (VII) [4].

M. Novaković je student fizičke hemije, Fakultet za fizičku hemiju u Beogradu, Studentski trg 12/16, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: mihajlo_novak@hotmail.com. Tennessee Technological University, Cookeville TN38505. Major Chemistry, Minor Physics.E-mail: mmnovakovi42@students.tntech.edu

M. Pešić je apsolvent Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, E-mail: letejac@yahoo.com

Smatra se da se u prisustvu Ag+ kao katalizatora oksidacija Mn (II) do Mn (VII) odvija u dva stupnja. Peroksodisulfat najpre oksiduje Ag (I) do Ag(II) a nastali Ag(II) oksiduje zatim Mn (II) do Mn (VII) prelazeći nazad u Ag (I) koji se ponovo oksiduje peroksodisulfatom itd. Reakcija ima indukcioni period [4].

Indukcioni period je period koji prethodi samoj reakciji. U toku indukcionog perioda brzine reakcija su toliko male da ih je gotovo nemoguće pratiti. Ranija istraživanja su pokazala da reakcija teče tako što se sav Mn (II) najpre oksiduje do Mn (III). Po završetku oksidacije do Mn (III), počinje oksidacija do Mn (IV), i po formiranju prve količine Mn (IV), dalje do Mn (VII). Indukcioni period u navedenoj reakciji zavisi od Mn (III) i Mn (IV) koji se formiraju kao intermedijeri reakcije. Kako količina ovih intermedijera direktno zavisi od Mn (II), pretpostavlja se da se može određivati koncentracija Mn (II) merenjem indukcionog perioda. Spektrofotometrijsko praćenje može ometati formiranje nestabilnog Mn (III) jona i nerastvornog MnO2 u toku reakcije. Iz tog razloga dodaje se fosforna kiselina koja će formirati stabilne mangano (III) i mangano (IV) fosfato – komplekse [5].

Kako se radi o metodi za određivanje srebra, posmatraće se reakcije oksidacije posle indukcionog perioda, što predstavlja oksidaciju Mn (IV) do Mn (VII).

Istraživanja su pokazala da Mn (II) ima binomsku zavisnost na red reakcije, da je reakcija prvog reda u odnosu na srebro, dok PDS i pH pufera imaju kompleksnu zavisnost na red reakcije. Za oksidaciju Mn (IV) do Mn (VII) određeno je da je reakcije nultog reda u odnosu na Mn(II) i prvog reda u odnosu na Ag [6].

Cilj ovog rada je ispitivanje mogućnosti razvoja nove kinetičke metode za određivanje srebra i mangana i utvrđivanje optimalne koncentracije reaktanata kao i opseg koncentracija srebra u kom je metodu moguće pouzdano primenjivati.

II. MATERIJAL I METODE

U eksperimentu su korišćeni vodeni rastvori mangan(II)-sulfata monohidrata (MnSO4 x H2O Kemika, p.a.), kalijum-peroksodisulfata (K2S2O8 Kemika p.a.) [7], srebro-nitrata ($AgNO_3$ Zorka Šabac p.a.), ortofosforne kiseline (H3PO4 Zorka Pharma, p.a.) [8], natrijum-hidroksida (NaOH Superlab, p.a.) [9].

Variranjem koncentracija utvrđen je opseg koncentracija rastvora srebra (I) (1.0 x 10^{-3} M do 2.0 x 10^{-2} M), rastvora mangana(II) (2.2 x 10^{-4} M do 1.0 x 10^{-3} M), i

PDS (1.0 x 10^{-2} M do 2.0 x 10^{-1} M). Prilikom spektrofotometrijskog snimanja svi rastvori razblaženi su četiri puta u kiveti. Dobijene koncentracije prikazane su u Tabeli 1.

TABELA 1
KONCENTRACIJE REAKTANATA U KIVETI

Koncentracija Mn (II) (M)	Koncentracija Ag (I) (M)	Koncentracija PDS (M)
5.50 x 10^{-5}	7.50 x 10^{-4}	5.00 x 10^{-3}
8.25 x 10^{-5}	1.00 x 10^{-3}	1.25 x 10^{-2}
1.10 x 10^{-4}	1.25 x 10^{-3}	2.50 x 10^{-2}
1.25 x 10^{-4}	1.50 x 10^{-3}	3.75 x 10^{-2}
1.50 x 10^{-4}	2.25 x 10^{-3}	5.00 x 10^{-2}
2.00 x 10^{-4}	2.50 x 10^{-3}	
2.05 x 10^{-4}	5.00 x 10^{-3}	

Određivanje optimalne pH vrednosti fosforne kiseline za katalizovanu reakciju vršeno je praćenjem te reakcije za pH: 1, 1,5 i 3. Vrednosti pH fosforne kiseline korigovane su pomoću rastvora natrijum-hidroksida. Optimalna pH vrednost fosforne kiseline, u ovom slučaju, je vrednost pri kojoj se najjasnije može uočiti indukcioni period i sam tok reakcije oksidacije do Mn(VII) nakon indukcionog perioda.

Variranjem koncentracija PDS (Tabela 1) u odnosu na konstantne koncentracije ostalih reaktanata ([Ag]=1.25 x 10^{-2} M, [Mn]= 2.5 x 10^{-4} M, pH=1.5), određena je optimalna koncentracija PDS pri kojoj je jasno uočiv indukcioni period i porast brzine oksidacije mangana.

Merenja su vršena spektrofotometrijski (GBC CINTRA 10 UV Vis Spectrometer) u kvarcnim kivetama optičkog puta 1 cm na talasnoj dužini od 525, pri temperaturi od 30 ± 1 ^{o}C tokom 30 minuta. Promena apsorbance Mn (IV) kao intermedijera odgovornog za indukcioni period praćena je na talasnoj dužini od 400 nm, dok je na 525 nm praćeno povećanje apsorbance Mn (VII) nakon indukcionog perioda. Reakciona smeša formirana je sa 0.5 ml ratvora fosfatnog pufera, 0.5 ml PDS-a, 0.5 ml mangan(II)-sulfata i 0.5 ml srebro(I)-nitrata. Svi grafici su konstruisani u programu OriginPro 8.

Obrada dobijenih podataka za reakciju oksidacije Mn (IV) do Mn (VII) vršena je metodom tangensa. Zasniva se na praćenju promene apsorbancije reakcione smeše sa vremenom za svaku od koncentracija srebra. Nagib linearnog dela ovog grafika predstavlja brzinu reakcije. Onda je konstruisana kalibracione kriva zavisnosti brzine reakcije od koncentracije srebra. Za određivanje najboljih parametara korišćene su jednačine:

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\cdot\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n\cdot\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{1}$$

Koeficijent korelacije kalibracione krive određen je iz jednačine:

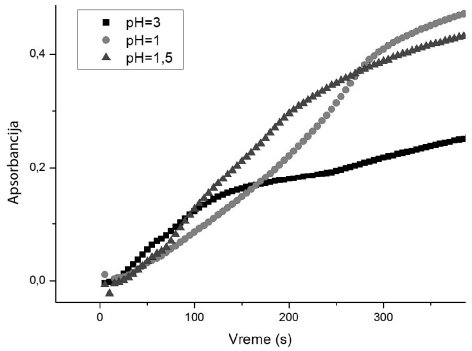
$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}\sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \tag{2}$$

Kako bi se potvrdili već postojeći podaci koji su neophodni za razvoj ove kinetičke metode određeni su parcijalni redovi reakcije u odnosu na srebro za reakciju oksidacije do Mn (VII). Takođe, određen je i parcijalni red reakcije u odnosu na Ag i PDS za indukcioni period, kako bi se ispitao njihov uticaj. Parcijalni red se određuje računanjem nagiba prave zavisnosti ln vrednosti brzine reakcije od ln vrednosti koncentracije određenog reaktanta.

Odsečak, nagib, i koeficijent korelacije ovih zavisnosti, određeni su takođe korišćenjem jednačina 1 i 2.

III. REZULTATI I DISKUSIJA

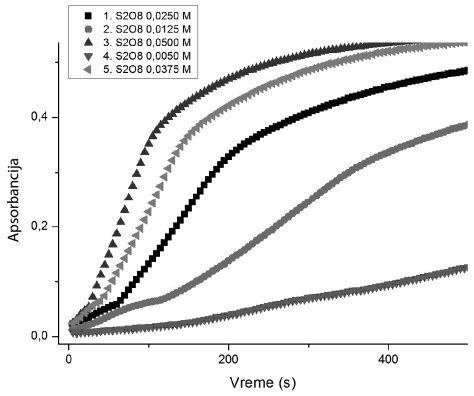
Potvrđeno je da je oksidacija Mn (II) do Mn (VII) pomoću PDS praćena indukcionim periodom tokom kojeg se formira braon-žuta boja reakcone smeše. Nakon indukcionog perioda, ljubičasta boja permanganatnog jona se postepeno pojavljuje. Indukcioni period se smanjuje povećanjem koncentracije PDS, Ag (I) i H+ (kiseliji pufer), a povećava se sa povećanjem koncentracije Mn (II). Praćenje reakcije na 525 nm potvrdilo je da je nagli skok apsorbance koji odgovara kraju indukcionog perioda i formiranju Mn (VII).



Slika 1. Zavisnost apsorbance od vremena variranjem pH

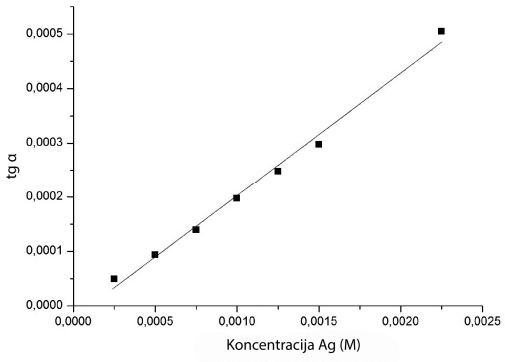
Optimalna pH vrednost je određena upoređivanjem grafika zavisnosti apsorbance od vremena reakcija za različite pH vrednosti, dok je koncentracija i odnos svih ostalih rektanata isti. Primećuje se da su nagibi linearnih delova posle indukcionih perioda približno isti, i da pri pH=3 oksidacija posle 100 s dosta sporije napreduje. Pri pH=1 ne može se dobro uočiti interval indukcionog perioda, tako da je za optimalnu pH uzet pufer pH=1.5 gde se jasno može izdvojiti kraj indukcionog perioda, a reakcija oksidacije do Mn (VII) dovoljno brzo napreduje (Slika 1).

Optimalna koncentracija PDS određena je upoređivanjem toka reakcije za različite koncentracije PDS, dok su koncentracije ostalih reaktanata bile konstantne. Odabrana je koncentracija od 2.5 x 10^{-2} M jer se najjasnije može odrediti kraj indukcionog perioda, a oksidacija nakon toga je dovoljno brza za određivanja nagiba linearnog dela krive (Slika 2).



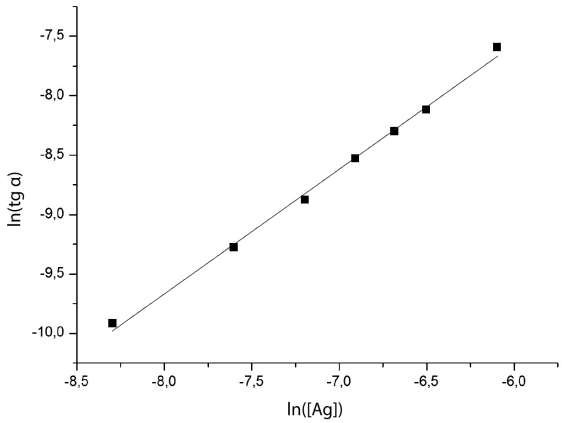
Slika 2. Zavisnost apsorbance od vremena variranjem PDS

Kalibraciona kriva srebra konstruisana je na osnovu podatka da brzina reakcije oksidacije Mn (II) pomoću PDS raste sa povećanjem koncentracije srebra. Takođe, potvrđeno je da na reakciju oksidacije do Mn (VII) uticaj ima samo koncentracija srebra, jer se za različite koncentracije mangana dobijaju kalibracione krive sa koeficijentima pravca u opsegu od 0.20741 do 0.24276 što je zanemarljiva greška koja može poticati od mnogih faktora kao što su variranja temperature i greška instrumenta. Izračunata je srednja vrednost od 0.22472 koja najmanje odstupa koeficijenta pravca kalibracione krive srebra za mangan koncentracije 5.5 x 10^{-5} M. Zbog toga je za kalibracionu krivu srebra uzeta baš kriva za koncentraciju mangana od 5.5 x 10^{-5} M. (Slika 3).

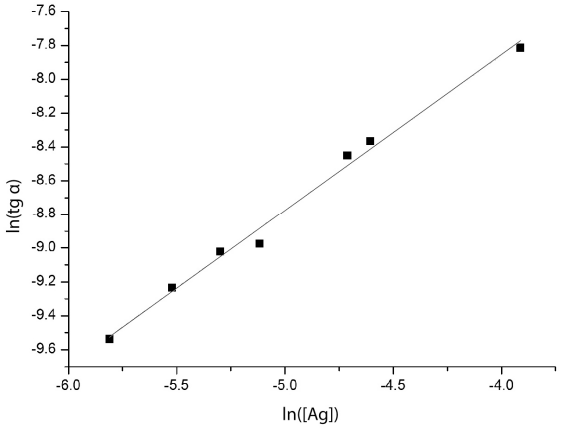


Slika 3. Zavisnost brzine reakcije (tg α) od koncentracije srebra
Odsečak -2.34381 x 10^{-5}
Koef. pravca 0.22593
Koef. korelacije 0.99022

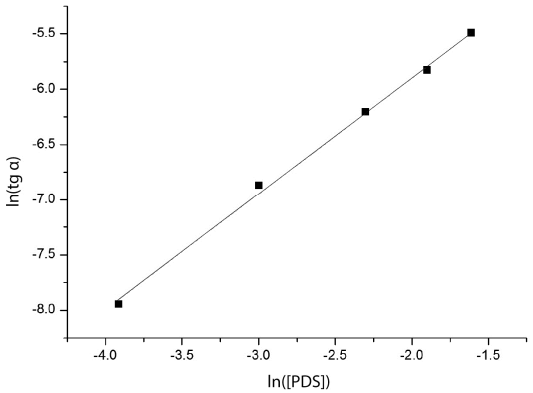
Na osnovu dobijenih rezultata o brzini reakcije izračunat je parcijalni red reakcije u odnosu na srebro za reakciju oksidacije posle indukcionog perioda. Dobijena kalibraciona kriva ima koeficijent pravca 1.05054 što potvrđuje da je prvi red reakcije u odnosu na srebro (Slika 4). Određeni su i parcijalni redovi reakcije u odnosu na Ag(I) i PDS za indukcioni period. Kalibraciona kriva za srebro ima koeficijent pravca 0.91949 (Slika 5), a za PDS koeficijent pravca 1.04727 (Slika 6), pa se može zaključiti da i srebro i PDS imaju prvi red reakcije za područje indukcionog perioda. Prvi red reakcije u odnosu na PDS nije u skladnosti sa već postojećim podatkom da PDS ima kompleksnu zavisnost na brzinu reakcije [6].



Slika 4. Zavisnost ln vrednosti tg α od ln vrednosti koncentracije Ag za [Mn (IV) - Mn (VII)]
Odsečak -1,26274
Koef. pravca 1,05054
Koef. korelacije 0.99523



Slika 5. Zavisnost ln vrednosti tg α od ln vrednosti koncentracije Ag za indukcioni period
Odsečak -4.17881
Koef. pravca 0.91949
Koef. korelacije 0.98992



Slika 6. Zavisnost ln vrednosti tg α od ln vrednosti koncentracije PDS za indukcioni period

Odsečak -3.80469
Koef. pravca 1.04727
Koef. korelacije 0.99687

IV. ZAKLJUČAK

Razvijena je nova kinetička metoda za određivanje srebra (I) koja se zasniva na katalitičkom dejstvu srebra na reakciju oksidacije mangana (II) kalijum-peroksodisulfatom. Utvrđeni su optimalni uslovi, kao i opseg koncentracija srebra i mangana, u kom se reakcija odvija kao što je i očekivano. Reakcija oksidacije je jako osetljiva, i mogu je ometati mnogi faktori, tako da uslovi izvođenja reakcije moraju biti strogo identični, a koncentracije reaktanata i njihov odnos u intervalima određenim u ovom radu. Ispitan je i uticaj srebra na oba područja reakcije i uticaj PDS na indukcioni period, računajući njihove parcijalne redove reakcije. Potvrđen je prvi red u odnosu na srebro i za indukcioni period i za reakciju oksidacije od Mn (IV) do Mn (VII), i određen prvi red u odnosu na PDS za indukcioni period.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se mentoru Milošu Pešiću na ideji za projekat, saradnicima Edvinu Faku, Stefanu Kociću, Igoru Asanoviću, Danilu Nikoliću i Srđanu Tadiću i drugu Marinu Kuntiću na pomoći oko realizacije eksperimentalnog rada. Takođe se zahvaljujem rukovodiocima seminara i ostalim saradnicima na podršci i sugestijama. Posebna zahvalnost ide Dr Danijelu Dankovicu na pomoći i sugestijama pri pisanju rada.

LITERATURA

[1] Rančić S. 2005. Optimizacija kinetičkih spektrofotometrijskih metoda za određivanje toksičnih elemenata, doktorska disertacija, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu
[2] Ilić S., Salim A. 2009. Kinetička metoda za određivanje vanadijuma. Petničke sveske 62
[3] Perez-Bendito D., Silva M. 1988. Kinetic methods in analytical chemistry, John Wiley&Sons, New York
[4] Savić J., Savić M. 1990. Osnovi analitičke hemije – klasične metode, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo
[5] Kondapi A. Kumar, Pathaneni Sivaswaroop, Kanuri Jaganmohana Rao and Panuganti V.K. Rao 1987. Kinetics of stepwise oxidation of manganese(II) by peroxodisulphate in phosphoric acid medium, Physical Chemistry Research Laboratories, School of Chemistry, Andhra University, Visakhapatnam, India
[6] K.Jogan Mohana Rao, A.S.P. Vittal, Krishna Rao, 1982. Kinetics of the Stepwise Oxidation of Manganese(II) by Peroxodiphosphate (PDP) in Aqueous Perchloric Acid. Catalysis By Silver(I)
[7] Kemika d.d. [On Line] Dostupno na: http://www.kemika.hr/
[8] ZORKA Pharma HEMIJA d.o.o. [On Line] Dostupno na: http://zorkahemija.com/onama.php
[9] SUPERLAB. [On Line] Dostupno na: http://www.super-lab.com/

Generator osnovnih signala zasnovan na programabilnom sistemu na čipu

Miloš Marjanović

Sadržaj – U ovom radu opisana je jedna od realizacija generatora osnovnih signala pomoću programabilnog sistema na čipu.

I. UVOD

Koncept programabilnog sistema na čipu (Programmable System-on-Chip, PSoC) skraćuje vreme do izlaska finalnog proizvoda na tržište. Umesto nedelja ili meseci, sa PSoC-om je vreme potrebno za projektovanje jednostavnih uređaja svedeno na nekoliko sati. Velika prednost je što korisnici za razvoj novih uređaja koriste ugrađene biblioteke komponenata sa pratećim interfejs funkcijama (Application Programming Interface, API) i za analogne i za digitalne funkcije. Ovo omogućava inženjerima da se fokusiraju na razvoj novih proizvoda i funkcija, a oslobađa ih programiranja mikrokontrolera na niskom nivou [1]. Fleksibilnost, kao druga velika prednost PSoC-a, je ključna kada se proizvod tek razvija jer omogućava lakše kreiranje kroz dizajn i kasnije menjanje istog. Jedan PSoC čip može da integriše čak 100 perifernih funkcija čime se štedi prostor na štampanoj ploči, smanjuje potrošnja celog sistema i snižavaju ukupni troškovi razvoja i proizvodnje [2].

Generator signala (generator funkcija) je elektronski uređaj koji generiše napone različitih oblika, amplituda i frekvencija. Koristi se kao test generator. Takođe, potreba za ovakvim uređajima postoji i u obrazovanju učenika i studenata elektrotehničke struke za realizaciju laboratorijskih vežbanja [3]-[4]. S obzirom na cenu profesionalnih signal generatora, za potrebe edukacije je isplativije koristiti jednostavne uređaje sa istom funkcijom. PSoC omogućava realizaciju signal generatora sa samo jednim čipom, što pojeftinjuje ceo uređaj. U ovom radu predstavljena je jedna realizacija signal generatora sa čipom iz familije PSoC3, CY8C3866AXI-040 [5].

Generator osnovnih signala može da generiše signale sinusnog, kvadratnog i oblika trougla, amplitude od 1 – 3 Vpp sa korakom 1 V, frekvencija 500 Hz, 1 kHz, 5 kHz i 10 kHz. Amplituda signala je ograničena naponom napajanja PSoC čipa pri čemu generator osnovnih signala može da generiše samo pozitivne napone. Korisnik bira željeni oblik signala pomoću dva tastera, odnosno kroz 2 menija koji se prikazuju na LCD displeju. Taster 1 koristi se za kretanje kroz glavni meni u kome se vrši izbor parametra koji se podešava - oblik, amplituda ili frekvencija signala i stanje izlaza (On/Off). Svaki od parametara može uzimati različite vrednosti koje se podešavaju pomoću tastera 2, odnosno kroz drugi meni. Na primer, ukoliko se podešava oblik signala, pritiskom na taster 2 na displeju se prikazuje naziv podešenog oblika ("Sinusoida", "Četvrtka", "Trougao"). Oblik signala se ciklično menja ponovnim pritiskom na taster 2. Iz menija "Oblik signala" izlazi se ponovnim pritiskom tastera 1, a ostaje podešen poslednji izabran talasni oblik. Sličan je tok kretanja kroz ostale menije: "Amplituda", "Frekvencija", "On/Off". Amplitude se menjaju sledećim redom: 1Vpp, 2Vpp, 3Vpp, dok se frekvencije menjaju: 10 kHz, 5 kHz, 1 kHz, 500 Hz. Opcije u meniju "On/Off" su "Isključen" i "Uključen".

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

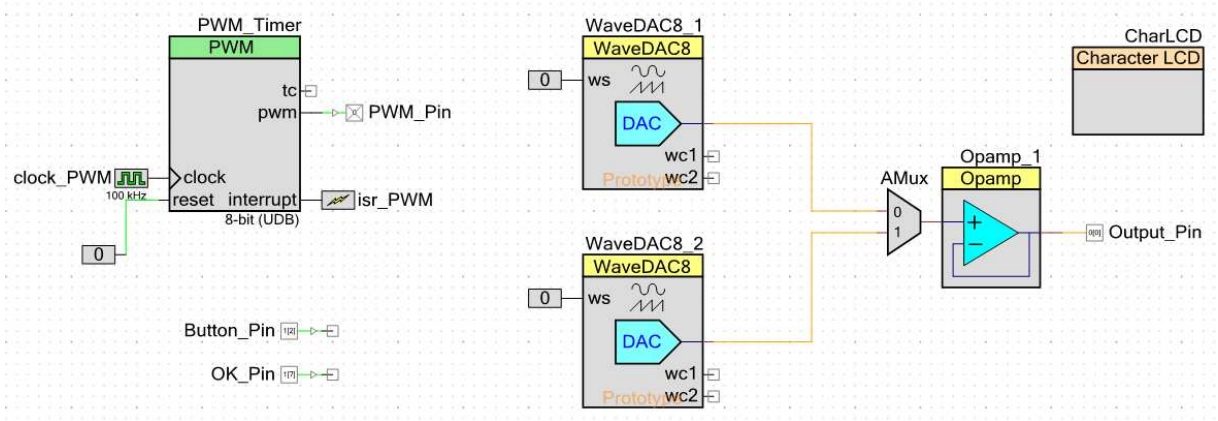
II. REALIZACIJA GENERATORA SIGNALA

A. Hardverska realizacija

Sve nabrojane funkcije realizuju se pomoću jednog PSoC čipa sa nekoliko ugrađenih komponenti. Šema je data na slici 1. Pored glavnih komponenata *WaveDAC8* koje generišu signale različitih oblika [6], amplitude i frekvencije, koristi se *PWM* komponenta u kombinaciji sa *Clock* i *Interrupt* komponentama koje regulišu takt sistema [7]. Parametri signal generatora unose se preko dva tastera, koji su spregnuti sa PSoC čipom preko digitalnih pinova (*Button_Pin* = Taster 1 i *OK_Pin* = Taster 2). Korišćenjem komponente *CharLCD* omogućen je prikaz podešenih parametara signal generatora na LCD displeju.

Komponenta *PWM* (Pulse Width Modulation) omogućava precizno generisanje složenih događaja u realnom vremenu, što je osnova svakog ugrađenog dizajna, sa minimalnim učešćem CPU-a. U ovom projektu *PWM* komponenta ima ulogu da omogući prekid izvršavanja glavnog programskog koda (interrupt) i na taj način dozvoli izvršavanje drugih definisanih akcija. Postoji više načina za generisanje vremenskih prekida, ali je izabran metod sa PWM komponentom zbog jednostavnosti otklanjanja eventualnih grešaka. Generalno, *PWM* komponenta generiše kontrolne signale (jedan impuls ili povorku impulsa različite dužine trajanja) [8]. Na izlazu *interrupt* se pojavljuje logička jedinica svaki put kada brojač unutar *PWM*-a odbroji do kraja. Ovaj signal ostaje na nivou logičke jedinice dok se softverski ne pročita odgovarajući statusni registar. Ukoliko je parametar *Period* podešen na

99, prekid će se desiti na svakih 100 taktnih impulsa (broji od 0-99), odnosno na 1 ms za ulaznu frekvenciju taktnog signala od 100 kHz. Na ulaz *reset* treba dovesti logičku 0, kako bi se onemogućilo resetovanje komponente. Koristi se API funkcija `PWM_Timer_Start()`, kako bi se PWM inicijalizovao.



Slika 1. Šema generatora signala

Komponenta *Clock* koristi se kao izvor taktnog signala [9]. U ovom slučaju u konfiguracionom dijalogu treba podesiti samo frekvenciju na željenu vrednost (100 kHz).

Komponentu *Interrupt* treba povezati na *interrupt* izlaz PWM komponente [10]. Ova komponenta definiše prekide koji se generišu hardverskim putem ali omogućava i softversku kontrolu prekida. Od API funkcija se koriste `ISR_Start()`, kojom se podešava funkcionalnost komponente; kao i `ISR_GetVector()`, koja daje adresu tekućeg vektora za prekid.

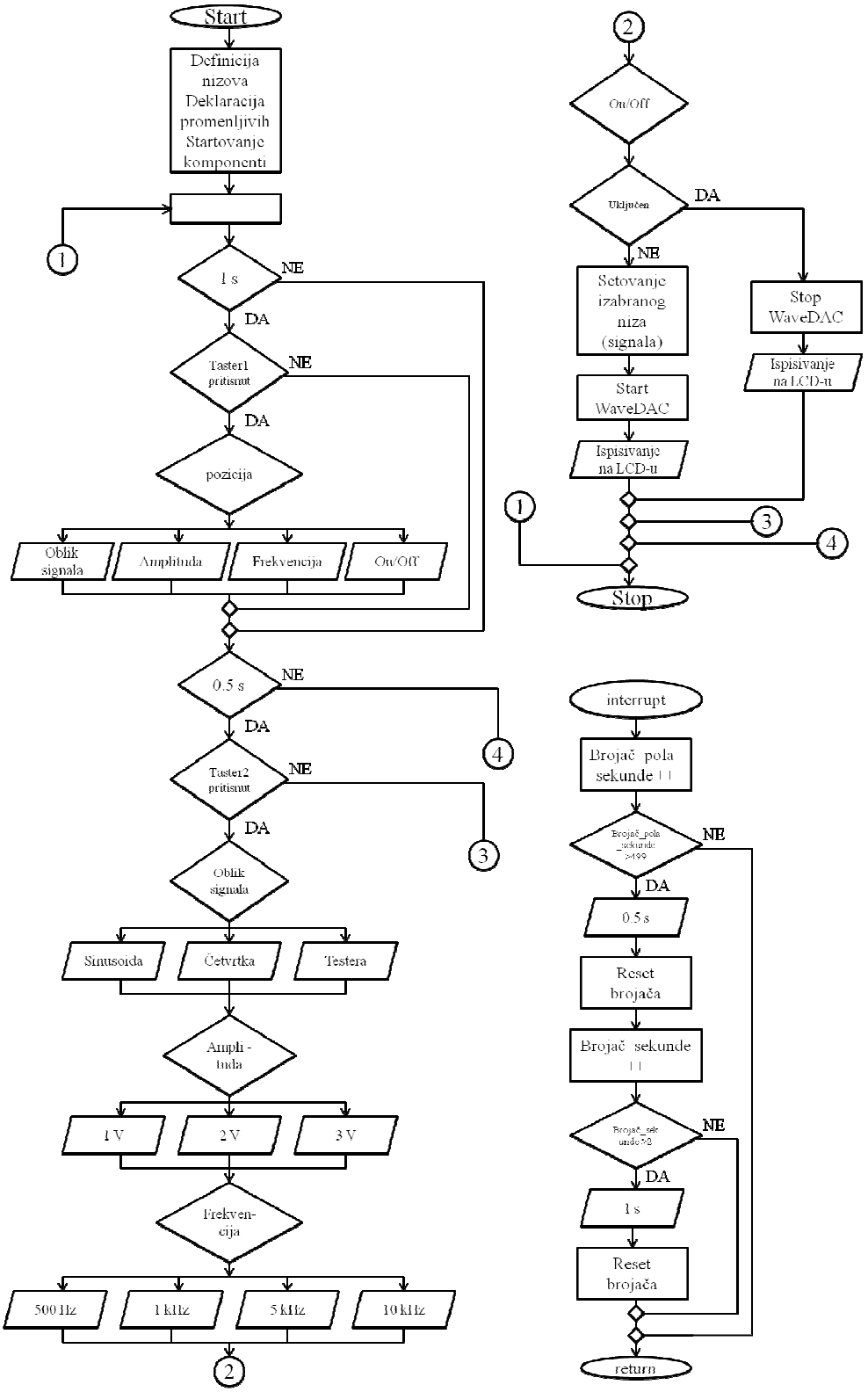
U dizajnu su iskorišćene dve *WaveDAC*8 komponente. Ove komponente predstavljaju 8-bitne digitalno-analogne konvertore koji generišu naponske signale na osnovu definisanog niza digitalnih vrednosti i postavljenih parametara uzorkovanja i taktnog signala. Komponenta *WaveDAC8_1* konfigurisana je na 1.000.000 uzorkovanja u sekundi, dok je uzorkovanje kod komponente *WaveDAC8_2* podešen na 100.000 [11]. Ovo omogućava da se jednim nizom sa fiksnim brojem elemenata koji opisuje signal, iz dve *WaveDAC*8 komponente dobiju dva signala različitih frekvencija. Ako niz ima 100 elemenata tada će izlazni signal prve komponente imati frekvenciju 10 kHz, a druge 1 kHz. Postoji mogućnost dodavanja do četiri *WaveDAC8* komponente, te bi različitim definisanjem uzorkovanja bila generisana četiri signala različitih frekvencija opisana jedinstvenim nizom. Pošto se koriste dve komponente neophodan je analogni multiplekser [12], kojim se softverski kontroliše koji od izlaza će biti prosleđen na ulaz bafera impedanse. Bafer impedanse [13] služi da spreči uticaj ostatka kola (potrošača) na signal generator, tj. omogućava priključenje potrošača niske impedanse. Izlazni pin (*Output_Pin*) je analogni, podešen za rad u *High Impedance* modu [14].

LCD_Char komponenta sadrži niz ugrađenih bibliotečkih rutina što omogućava jednostavno korišćenje LCD modula [15]. Korišćene su API funkcije: za startovanje `LCD_Char_Start()`; za prikaz zadatog stringa na displeju karakter po karakter `LCD_Char_PrintSting(char8 *string)`; prikaz vrednosti definisane promenljive `LCD_Char_PrintNumber(uint16 value)`.

B. Softverska realizacija

Na slici 2 prikazan je osnovni algoritam glavnog programa i prekidne rutine. Program počinje definisanjem nizova kojima su opisani signali koji se mogu generisati. Predefinisano je 18 nizova dužine 100 i 200 elemenata, pomoću kojih se ukupno može generisati 36 signala različitih oblika, amplitude i frekvencije. Na početku su pored deklaracije promenljivih startovane sve ugrađene komponente i omogućeno je uspostavljanje prekidnih tačaka. Startovanjem *WaveDAC8* komponente, ona se inicijalizuje na osnovu parametara unešenih putem konfiguracionog dijaloga u šematskom prikazu [16]. Podešavaju se D/A konvertori i napajanje na podrazumevane vrednosti i inicijalizuju pokazivači na nizove kojima su opisani signali:

```
WaveDAC8_1_Wave1Setup(&WaveDAC8_1_wave1[0],
WaveDAC8_1_WAVE1_LENGTH) ;
```



Slika 2. Uprošćeni algoritam glavnog programa i prekidne (`interrupt`) rutine

Pozivanjem API funkcije `WaveDAC8_Start()`, omogućava se rad bloka D/A konverzije i operacija direktnog pristupa memoriji. Nakon ovoga program ulazi u beskonačnu petlju. Kako je omogućen prekid, statusni registar *PWM* komponente postaviće se na jedinicu svake milisekunde – tada nastupa prekid.

Kao što se može videti iz algoritma sa slike 2, prilikom nastanka prekida uvećava se vrednost brojača polovine sekunde. Nakon petstotog prekida, brojač polovine sekunde se resetuje i signalizira da je prošlo pola sekunde. Takođe, uvećava se brojač sekunde, te se ispituje da li je njegova vrednost veća od 2. Ako jeste, nastupilo je 1000 prekida, resetuje se brojač sekunde i signalizira da je prošla jedna sekunda. Signaliziranja koja se postavljaju u prekidnoj rutini koriste se u glavnom programu, gde se na pola sekunde i sekundu proveravaju tasteri.

Svake sekunde proverava se stanje tastera 1 (`Button_Pin`). Svakim pritiskom tastera 1 ispituje se stanje promenljive `brojac_pozicije`, koja definiše koji parametar signala treba da se podesi. Ako je `brojac_pozicije = 0` na ekranu se ispisuje opcija "Oblik signala". Nakon provere se ova promenljiva uvećava, tako da svakim narednim pritiskom tastera bude prikazana sledeća opcija koja se može izabrati. Opcije se ciklično ponavljaju. Sledeći deo koda ilustruje prethodno razmatranje:

```
…
if(oneSecond)
{
        oneSecond=0U;
        if(!Button_Pin_Read())
        {
                if(brojac_pozicije == 0)
                {
                        CharLCD_Position(0,0);
                        CharLCD_PrintString("Oblik
signala");
                }
…
```

Na svakih pola sekunde ispituje se stanje tastera 2 (`OK_Pin`). U zavisnosti od vrednosti brojaca_pozicije, tj. izabrane opcije, registrovanjem pritisnutog tastera 2 promeniće se postavljena vrednost određenog parametra. Na primer, ako je `brojac_pozicije = 2` (izabrana opcija je „Amplituda") pritiskom tastera 2, u donjem redu displeja prikazaće se vrednost amplitude (npr. 1 Vpp) i uvećaće se promenljiva „amplituda" pa će narednim pritiskom istog tastera da bude ispisana vrednost 2 Vpp, itd. Ponovnim ulaskom u meni za podešavanje parametara ne vrši se resetovanje vrednosti jer je zapamćeno prethodno stanje određenog parametra. Sledeći deo koda ilustruje prethodno razmatranje:

```
…
if(brojac_pozicije-1U == 1)
{
        if (amplituda > 3)
        {
                amplituda = 1;
        }
        switch(amplituda)
        {
        case 1:
                CharLCD_Position(1,0);
                CharLCD_PrintString("1V");
                IDamp=0;
                amplituda++;
                break;
…
```

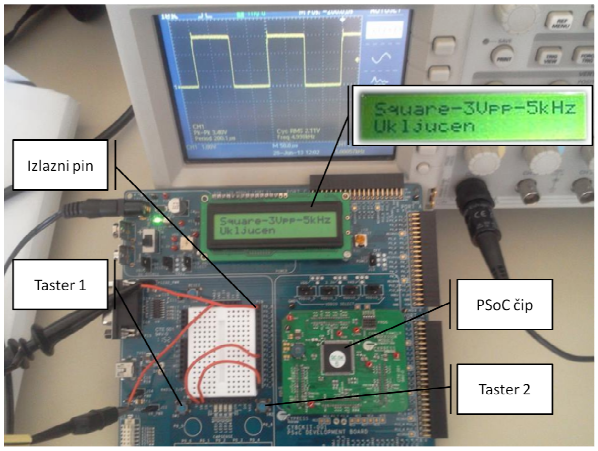
Svaki put kada se promeni vrednost nekog parametra, promenljive `IDoblika, IDamp, IDfrq` uzimaju određenu vrednost koja se kasnije koristi za identifikaciju niza koji opisuje željeni signal. Ponovnim pritiskom tastera 1, podešava se naredni parametar, a prethodno podešavani uzima poslednju postavljenu vrednost.

Izborom opcije „On/Off" pomoću tastera 2, ukoliko je generator bio uključen - isključiće se, tj. biće stopiran rad obe *WaveDAC8* komponente. S druge strane, kada generator treba da se uključi tada se na osnovu podešenih parametara (vrednosti promenljivih `IDoblika, IDamp, IDfrq`) preračunava vrednost promenljive „rezultat". Ona definiše podešeni signal, tj. niz i ima vrednost u opsegu 1 – 36. Ova promenljiva prosleđuje se naredbi `switch(rezultat)`, pa se u zavisnosti od vrednosti bira odgovarajući `case` u okviru koga se stopira komponenta, podesi novi niz, postavi multiplekser i konačno ponovo startuje komponenta [17]. Na primer, ukoliko je podešen kvadratni signal (`IDoblika =1`), amplitude 3Vpp (`IDamp=2`) i frekvencije 5 kHz (`IDfrq=2`), tada će rezultat biti 12•1+4•2+2=22, te će biti učitan `Niz22`, a kako je izabrana frekvencija 5 kHz signal će generisati *WaveDAC8_1*, pa treba propustiti nulti ulaz multipleksera. Sledeći deo koda ilustruje prethodno razmatranje:

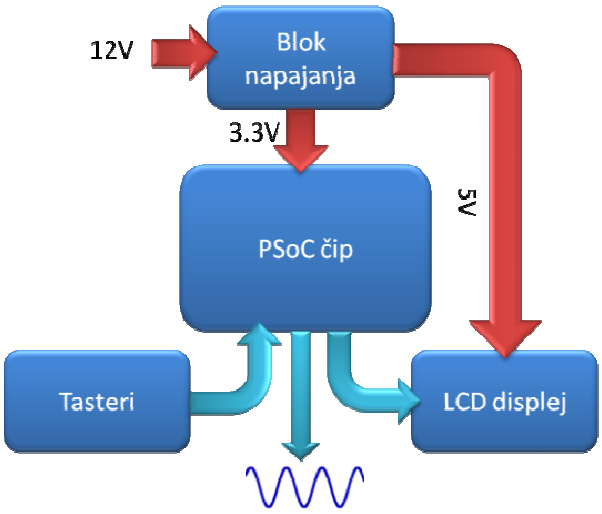
```
…
rezultat=12*IDoblika+4*IDamp+IDfrq;
switch(rezultat)
{ …
case 22:
        WaveDAC8_1_Stop();
        CyDelay(2000);
        WaveDAC8_1_Wave1Setup( Niz22,
DUZINA_NIZA_2) ;
        AMux_Select(0);
        break;
…
}
WaveDAC8_1_Start();
WaveDAC8_2_Start();
CharLCD_Position(1,0);
CharLCD_PrintString("Ukljucen");
…
```

Treba napomenuti da su na početku definisane dve dužine niza (100 i 200 elemenata), da se signali, tj. nizovi koji opisuju signale frekvencije 10 kHz i 1 kHz isti, kao i oni koji definišu signale frekvencije 5 kHz i 500 Hz. Umesto pokazivača na niz `&WaveDAC8_1_wave1[0]` kao što je definisano u API funkciji, programski jezik C dozvoljava

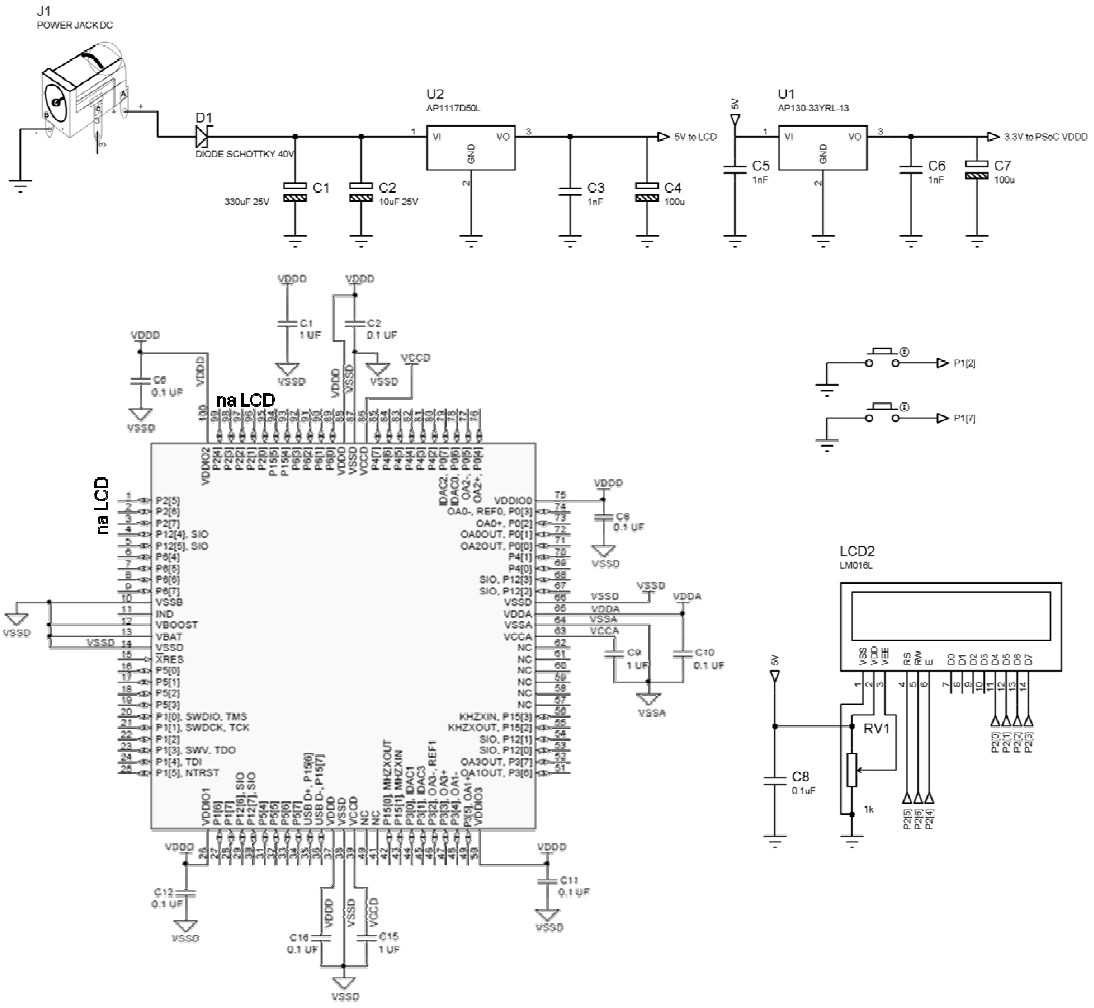
da se navede samo ime niza `Niz22` koje je pokazivač na prvi element određenog niza.



Slika 3. Realizacija signal generatora na razvojnom okruženju PSoC-a



Slika 4. Blok šema generatora osnovnih signala zasnovanog na PSoC-u



Slika 5. Električna šema prototipa generatora standardnih signala baziranog na PSoC-u

C. Prototip generatora signala

Realizovan signal generator na razvojnom okruženju PSoC-a [18] prikazan je na slici 3. Blok šema prototipa generatora osnovnih signala bazirana na PSoC-u data je na slici 4. Uređaj se napaja sa 12V DC, a blok napajanja sadrži dva linearna naponska regulatora. Jedan regulator obezbeđuje napajanje od 5 V DC za LCD displej, dok drugi daje 3.3 V DC kojim se napaja PSoC čip. Na osnovu podešavanja koje dobija preko tastera, a koja se prikazuju na LCD displeju, PSoC generiše željene signale na analognom izlazu. Električna šema prototipa ovog uređaja data je na slici 5. Predviđeni su filtarski i *bypass* kondenzatori u bloku za napajanje, potenciometar za podešavanje kontrasta LCD displeja, dok su tasteri direktno vezani na pinove PSoC čipa jer se koriste interni pull-up otpornici. Takođe, iskorišćen je interni oscilator čipa pa nije potreban eksterni kristalni oscilator.

III. ZAKLJUČAK

Implementirani signal generator može se koristiti za realizaciju edukativnih laboratorijskih vežbanja gde ograničenja koja generator ima nisu od značaja, a s druge strane potreban je samo jedan čip umesto skupih komercijalnih uređaja. Na osnovu predstavljenog rešenja može se realizovati laboratorijski prototip koji bi se koristio u edukativne svrhe. Mogućnosti primene programabilnog sistema na čipu svakako su daleko veće od ovde predstavljenih, te će biti predmet daljeg istraživanja i rada.

ZAHVALNICA

Rad predstavlja deo diplomskog rada "Generator signala zasnovan na programabilnom sistemu na čipu", odbranjenog 10.07.2013. godine na Elektronskom fakultetu u Nišu. Autor se zahvaljuje svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku, a posebno doc. dr Aneti Prijić na stručnim savetima i korisnim sugestijama u izradi rada.

LITERATURA

[1] PSoC: one platform, three architectures, članak, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2009.
[2] Aneta Prijić, Integrisani mikrosistemi, predavanja, 2012.
[3] J. O. Hamblen, T. S. Hall, Using System-on-a-Programmable-Chip Technology to Design Embedded Systems, *IJCA*, Vol. 13, No. 3, 2006. [On Line] Dostupno na: http://users.ece.gatech.edu/~hamblen/papers/5%20Hamblen%20and%20Hall%20IJCA%20Sept%2006.pdf
[4] Kevin Bolding, Dave Van Ess, Upgrading a microcontroller systems course with the Cypress PSoC, *American Society for Engineering Education*, 2007.
[5] PSoC3: CY8C38 Family, Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[6] M. Marjanović, A. Vulović, PSoC signal generator, *IEEESTEC- 5th Student Projects Conference*, Niš, 2012, pp. 29-33.
[7] Robert Ashby, My First Five PSoC 3 Designs, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2012. [On Line] Dostupno na: http://www.cypress.com/?docID=36722
[8] Pulse Width Modulator (PWM), PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[9] Clock, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[10] Interrupt, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[11] WaveDAC8 (8-Bit Waveform Generator), PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2012.
[12] AMux, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[13] OpAmp, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[14] Pins, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[15] Character LCD, PSoC Creator Concept Component Data Sheet, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2011.
[16] Mark Hastings, PSoC 3 / PSoC 5 Easy Waveform Generation with the WaveDAC8 Component, application note, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2012.
[17] P. J. Deitel, H. M. Deitel, C How To Program, *Pearson Education International*, 2007, pp. 114 – 120, 202 – 219.
[18] CY8CKIT-001 PSoC Development Kit Guide, *Cypress Semiconductor Corporation*, 2012. [On Line] Dostupno na: http://www.cypress.com/?docID=35977

PIN Photodiodes as Gamma Radiation Sensors

Marko S. Andjelković, Goran S. Ristić

Abstract – This paper analyzes the properties of commercial silicon PIN photodiodes as direct gamma radiation sensors. Two basic modes of the PIN photodiodes' response under gamma radiation exposure are discussed - the pulse mode response and the current mode response. Fundamental aspects of the design of gamma radiation dosimeters for both modes are explained, and the results obtained with prototype systems designed and realized in the Applied Physics Laboratory, at the Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, are presented.

I. INTRODUCTION

Although the PIN photodiodes are primarily used as light sensors, they can also be employed for sensing ionizing radiation, particularly *x*, gamma and neutron radiation sources [1]. The study presented in this paper is focused on analysis of the PIN photodiodes' response under gamma radiation exposure, and it is based on the experimental investigation conducted in the past three years.

The major effect of the exposure of a PIN photodiode under gamma radiation is the change of the current flowing through the photodiode. Depending on the intensity of the incident gamma radiation (dose rate), the current response of the PIN photodiode under gamma radiation exposure can be classified as either the pulse mode response or the current mode response [1, 2]. The pulse mode response is common at low intensity exposure, i.e. at low dose rates, where gamma radiation induces pulsed current in the PIN photodiode. Alternatively, the current mode response occurs at high intensity exposure, i.e. at high dose rates, where direct current is induced in the PIN photodiode.

In general, the PIN photodiodes can be utilized as gamma radiation sensors in two configurations: (1) standalone configuration (as direct radiation sensors), and (2) coupled to a light-sensitive crystal, the scintillator, i.e. as indirect radiation sensors. In direct configuration, the gamma photons interact directly with the PIN photodiode's active volume, inducing the current (pulsed or direct) in the PIN photodiode, and therefore by measuring the radiation induced photocurrent, it is possible to determine the radiation intensity (absorbed dose and dose rate) [1]. On the other hand, in indirect configuration, the scintillator is exposed to gamma radiation, and it emits light proportionally to the intensity of the incident radiation, which then induces pulsed or direct current in the photodiode that can be measured similarly as in the case of direct configuration.

The use of silicon PIN photodiodes as direct gamma radiation sensors is discussed in this paper. The paper is organized as follows. In chapter 2, the basic effects of gamma radiation on the PIN photodiode's electrical response are analyzed. Chapter 3 deals with the practical implementation of a pulse mode gamma radiation dosimeter with PIN photodiodes, and chapter 4 presents the practical implementation of a current mode gamma radiation dosimeter with PIN photodiodes.

Marko S. Andjelković and Goran S. Ristić are with the Applied Physics Laboratory, Department of Microelectronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia. E-mail:marko.andjelkovic2@elfak.ni.ac.rs, goran.ristic@elfak.ni.ac.rs.

website: www.apl.elfak.rs.

II. FUNDAMENTAL THEORY

The PIN photodiode basically consists of a wide intrinsic (lightly doped) semiconductor layer implemented between two heavily doped semiconductor layers (n+ and p+ layers), as shown in figure 1. Because of wide intrinsic layer, PIN photodiodes have wider depletion layer than *pn* diodes and photodiodes, and thus higher sensitivity.

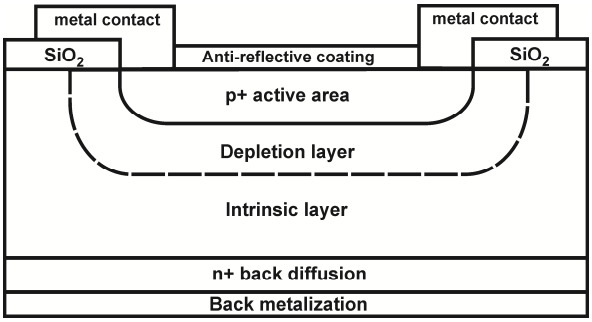


Figure 1. Silicon PIN photodiode cross-section

When an incident gamma photon passes through the PIN photodiode, electron-hole pairs are created within the depletion layer, along the path of the incident gamma photon. The electrons and holes drift under the influence of the corresponding electric field and the photocurrent flows through the photodiode [1]. At low dose rates, the number of induced electron-hole pairs is low, hence resulting in the pulsed current response (pulse mode response). Otherwise, at higher dose rates, the number of induced electron-hole pairs is so large that it is not possible to detect individual current pulses but the response is measured as direct current (current mode response). In both cases, the lowest measurable levels of radiation intensity are limited by the photodiode's leakage (dark) current.

From practical point of view, in the pulse mode applications, the measurable count rate (number of pulses in

unit time) ranges from several pulses per seconds up to hundreds of thousands pulses per minute. For current mode applications, the typical range of induced direct current is from pA levels up to mA levels.

The main parameters that influence the current response of the PIN photodiode under gamma radiation exposure are: PIN photodiode's active volume (active area × depletion layer width) and dose rate [1 - 3]. Numerous studies have confirmed that PIN photodiodes with larger active area and/or wider depletion layer exhibit higher sensitivity to incident gamma radiation. Similarly, the dose rate has proportional relation with the induced current.

At low dose rates, i.e. in pulse mode, the number of pulses in unit time is proportional to the dose rate, and the total number of pulses corresponds to the absorbed dose. On the other hand, in the current mode, the intensity of the direct current is proportional to the dose rate, while the absorbed dose is determined as the integral of the current over a predefined time interval.

The PIN photodiode can be operated either in the photoconductive mode (with reverse bias) or in the photovoltaic mode (without bias) during irradiation. In the pulse mode applications, PIN photodiodes are always operated with reverse bias. By applying reverse bias voltage, the depletion layer width is increased, enhancing the sensitivity. For current mode applications, the PIN photodiodes may be operated in any of the two biasing modes. The photoconductive mode offers higher sensitivity, but increases the dark (leakage) current, limiting the minimum measurable dose rate. On the other hand, the photovoltaic mode ensures lowest leakage but with lower sensitivity. Therefore, biasing regime for current mode applications is chosen according to specific requirements.

The radiation induced response in the PIN photodiode should be measured in real-time. Thus, appropriate measuring equipment must be connected to the photodiode in the course of exposure. For pulse mode applications, measuring the number of pulses is essential, while in current mode applications the induced direct current is measured. The photodiode together with the measuring equipment constitutes a radiation dosimeter - for pulse mode applications it is a pulse mode dosimeter, and for current mode application it is a current mode dosimeter.

Both the pulse mode and the current mode dosimeters have a wide range of practical applications. Pulse mode dosimeters are intended for applications such as personal dosimetry, nuclear waste management, medical diagnosis, radiation isotopes identification, etc. On the other hand, common applications of current mode gamma radiation dosimeters are: radiology (brachytherapy), computed tomography, high energy particle physics research applications, radiation processing in industrial applications, etc.

Due to their sensitivity to light (ambient, infra-red and ultra-violet), as well as electromagnetic radiation, the PIN photodiodes must be optically isolated and properly shielded, or otherwise the signal induced by gamma radiation will be severely degraded.

III. Design of a Pulse Mode Gamma Radiation Dosimeter with PIN Photodiode

The proposed pulse mode gamma radiation dosimeter has been designed as a PC-dependent system capable of measuring the pulse count rate and the total number of pulses in a preset time interval [4]. It is made up of two units: *pulse processing unit* and *pulse counting unit*. The block diagram and the photograph of the realized system are illustrated in figures 2 and 3, respectively.

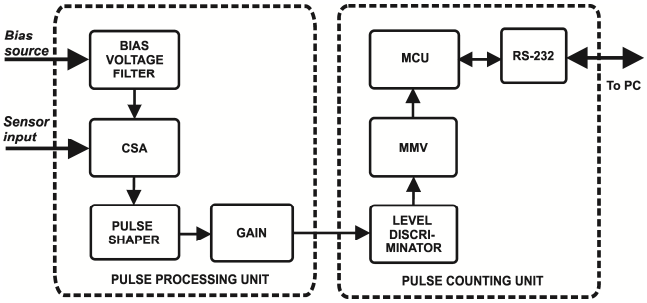


Figure 2. Pulse mode system architecture

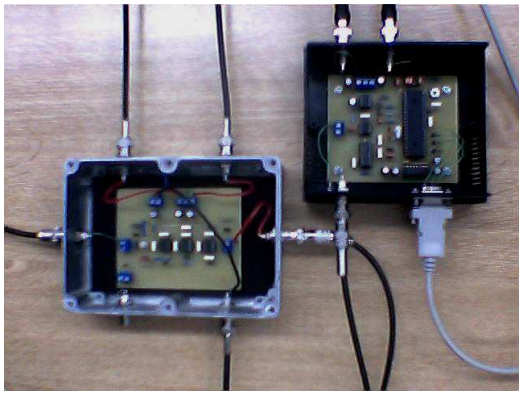


Figure 3. Implementation of a pulse mode system (left – pulse processing unit, right – pulse counting unit)

The function of the pulse processing unit is to convert the current pulses generated in the photodiode as a result of radiation exposure into voltage pulses that can be easily discriminated from pulses induced by noise. It consists of a charge sensitive amplifier (CSA), a pulse shaper, an additional gain stage, and a bias voltage filter. The CSA converts the current pulses from the photodiode into voltage pulses. Because of long decay time of the voltage pulses at the output of CSA, a pulse shaper is used to generate shorter pulses so that higher pulse rate could be processed. The pulses at the output of the pulse shaper often have very low amplitude, around 100 mV or less, and thus additional gain stage is necessary to increase the amplitude. A bias voltage filter is a low-pass RC section for filtering the bias voltage from external source.

The pulse counting unit accepts the voltage pulses from the pulse processing unit, determines their rate of occurrence and transfers results to the PC. It consists of a micro-

controller (MCU), a level discriminator, a monostable multivibrator (MMV) and a PC interface. Level discriminator is basically a comparator which generates square pulses for all input pulses (from pulse shaper) with amplitude greater than the predefined threshold level. Because the width of the pulses at the comparator's output varies according to the width of the input pulses, a MMV is used to provide fixed width pulses for easier processing in the MCU. The pulse count rate is determined by the timer from MCU, which then sends the results to the PC via RS232 interface.

For evaluation of the system's performance, a PIN photodiode PS100-6-CER2 PIN with active area of 100 mm^2, manufactured by First Sensor, has been chosen as radiation sensor, while the radiation exposure was achieved with a ^{137}Cs source. To maintain good electromagnetic immunity, the photodiode was soldered on a small printed circuit board and wrapped with light-proof tape and aluminium foil. To minimize the noise pick-up, the printed circuit board was interfaced directly to the system through a BNC connector. The PIN photodiode was reverse biased with 60 V, using a source measuring unit Keithley 2636A.

The experiment was carried out at room temperature (25°C). Due to very low activity of the used source, it was necessary to place the ^{137}Cs very close to the photodiode so that the system could detect the induced pulses. The typical waveforms illustrating the system's response to ^{137}Cs excitation are depicted in figure 4. Upper waveform represents the output of the pulse processing unit, while the lower waveform is the output of the MMV.

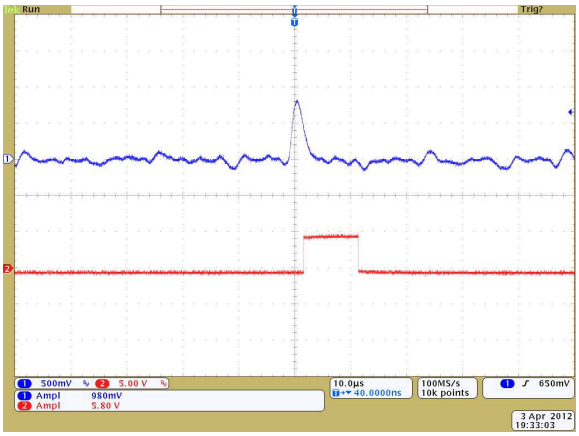


Figure 4. Result of excitation with ^{137}Cs source

From figure 4 it can be observed that the system is capable of detecting gamma photons emitted from ^{137}Cs source. The rate of occurrence of the pulses resulting from radiation excitation was typically around 80 counts/minute, wherein the amplitude of the detected pulses at the output of pulse shaper was approximately 980 mV. These results are not sufficient for evaluating the dosimetric properties of the proposed system or the sensitivity of the chosen PIN photodiode. Therefore, a more thorough research must be conducted using higher activity sources as well as sources of different energies.

IV. Design of a Current Mode Gamma Radiation Dosimeter with PIN Photodiode

The current mode dosimeter is essentially a device that measures low level direct current - the electrometer. In this particular case, a PC-based electrometer capable of measuring direct current levels from 50 pA to 10 µA, has been realized [5]. Figures 5 and 6 illustrate the block diagram and the photograph of the realized electrometer. It consists of two basic modules: *I/V converter* and *control unit*.

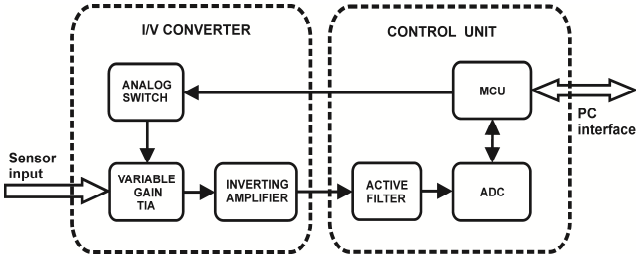


Fig. 5. Current mode system architecture

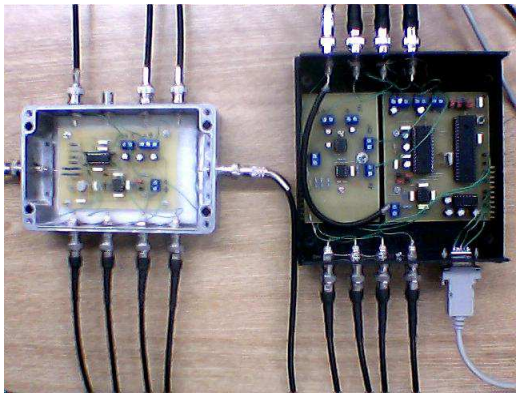


Figure 6. Implementation of a current mode system (left – current to voltage converter, right – control unit)

The I/V converter transforms the incoming current into direct voltage on the principle of transimpendance gain. To achieve wide dynamic range, the gain of the transimpedance amplifier (TIA) is varied with a low leakage analog switch. Buffering and further amplification are performed by an inverting amplifier.

The gain switching, digitization of the voltage from the I/V converter and communication with the PC over RS232 interface are managed by the control unit. The basic elements of the control unit are: a third order active low-pass Butterworth filter, a 12-bit analog-to-digital converter (ADC) and an 8-bit microcontroller (MCU).

In order to evaluate the performance of the realized electrometer, a practical assessment was conducted in the gamma radiation field. Three commercial PIN photodiodes were exposed to gamma radiation: S1223 from Hammamatsu, PS100-6-CER2 PIN from First Sensor, and BPW34 from Osram. The irradiation was accomplished in a continuous radiation field obtained from a ^{60}Co gamma radiation

source, at the Institute of Nuclear Sciences "Vinča", Belgrade, Serbia. The samples were irradiated at room temperature (25°C).

During irradiation, the PIN photodiodes were operated in the photovoltaic mode. They were soldered on printed circuit boards and optically isolated. The connection with the electrometer was achieved through a 5 m coaxial cable. The variation of the dose rate was performed by varying the distance between the photodiode and the ^{60}Co gamma source. Obtained results are illustrated in figures 7 and 8.

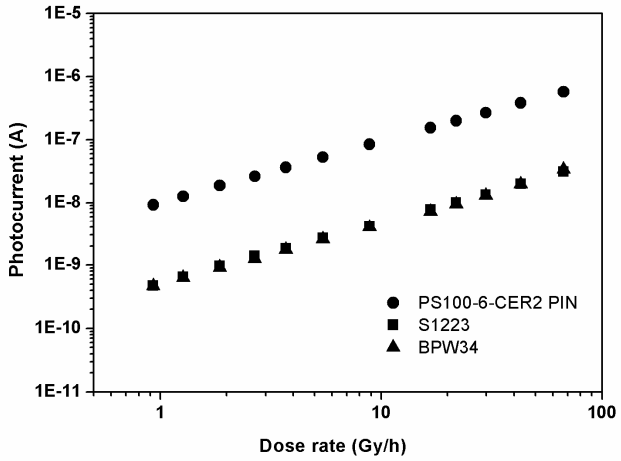


Figure 7. Photocurrent versus dose rate

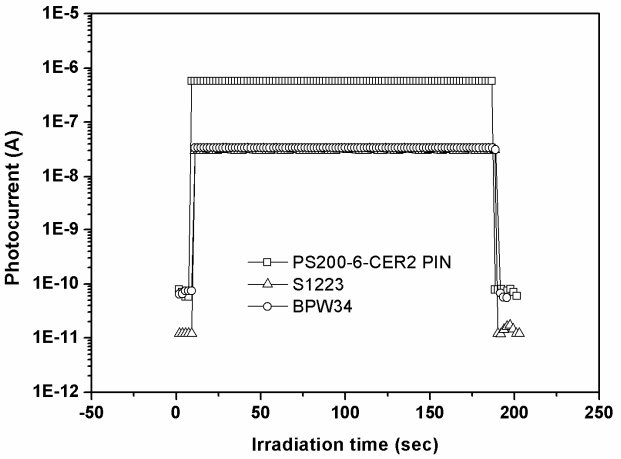


Figure 8. Photocurrent versus irradiation time for dose rate of 67 Gy/h

Figure 7 shows the relation between the dose rate and the induced photocurrent. For each dose rate value, the PIN photodiodes were irradiated for 3 minutes and the measured results were then averaged to obtain a mean photocurrent value for each dose rate. A good linearity between the dose rate and the induced photocurrent was observed for all tested samples, within the range of dose rates from 0.9 Gy/h to 67 Gy/h.

The investigated photodiodes PS-100-6-CER2 PIN, S1223 and BPW34 had the sensitivities of 8.78 nA·Gy^{-1}·h, 461 pA·Gy^{-1}·h, and 481 pA·Gy^{-1}·h, respectively. This is in accordance with the linear dependence between the sensitivity and the PIN photodiode's active volume [3, 6].

All investigated PIN photodiodes produced stable current response for each dose rate. Figure 8 illustrates only the current response in the function of irradiation time for the highest detected dose rate of 67 Gy/h. The radiation induced photocurrent was significantly greater than the dark current, and a sudden fall of the photocurrent occurred after the irradiation was stopped, with no significant change between the pre-irradiation and the post-irradiation dark current levels. Detailed explanation of the obtained experimental results can be found in [6].

V. CONCLUSIONS

In this paper, application of commercial PIN photodiodes as gamma radiation sensors has been analyzed through experimental evaluation with custom made readout systems. General aspects of the PIN photodiodes' response under gamma radiation exposure have been explained briefly, and the operation of PIN photodiodes as direct gamma radiation sensors, in both pulse mode and current mode, has been discussed. The prototypes of the pulse mode and the current mode gamma radiation dosimeters have been realized and tested.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, under the project No. 43011.

REFERENCES

[1] G. F. Knoll, *Radiation Detection and Measurement*. John Wiley & Sons, January 2000.

[2] J. Barthe, "Electronic Dosimeters Based on Solid State Detectors", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, Volume 184, Number 1-2, pp. 158 – 189, 2001.

[3] J. J. Lanza, "An Automated Dosimetry System for Computed Tomography X-ray Scanners Using PIN Photodiodes". A Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, University of Florida, 1979.

[4] M. Andjelkovic, G. S. Ristic, "An Auto-ranging Electrometer for Current Mode Dosimetry". *In Proceedings of The First International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research – RAD 2012*, pp. 113 -116, Niš, Serbia, April 25 to April 27, 2012.

[5] M. Andjelkovic, G. S. Ristic, "A Pulse Mode Gamma Radiation Monitoring System". *In Proceedings of The First International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research – RAD 2012*, pp. 113 -116, Niš, Serbia, April 25 to April 27, 2012.

[6] M. S. Andjelkovic, G. S. Ristic, "Feasibility Study of a Current Mode Gamma Radiation Dosimeter Based on a Commercial PIN Photodiode and a Custom Made Autoranging Electrometer", *Nuclear Technology and Radiation Protection*, Volume 28, Number 1, pp. 73 - 83, 2013.

Primena asinhronih mašina kao generatora u malim hidroelektranama

Milica Rašić

Sadržaj – Ovaj rad navodi osnovne uslove generatorskog režima rada asinhrone mašine, i opisuje nekoliko koncepata primene asinhronih generatora u malim hidroelektranama. Na osnovu podataka iz projekta MHE „Kozji Grb“ ukazano je na najznačajnije aspekte praktične primene asinhrone mašine kao generatora.

I. UVOD

Upotreba obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije postala je poslednjih godina prioritet u celom svetu. Jedan od načina za dobijanje „čiste“ energije iz obnovljivih energetskih resursa jesu male hidroelektrane (MHE). One u Srbiji imaju dugu tradiciju. Prva MHE izgrađena je u Užicu, na reci Đetinji, davne 1900. godine. Od tada do danas izgrađeno je više desetina malih hidroelektrana. Manji broj je u upotrebi, dok je većina zatvorena i zapuštena. Prema anketi, u Srbiji je 2002. godine u pogonu bila 31 mala hidroelektrana, ukupne instalisane snage 15,2 MW, što je svega 3,3% od mogućih 453 MW [1].

Ukupni hidropotencijal Srbije iznosi oko 31 000 GWh godišnje, od čega je 2 400 GWh moguće dobiti sa malih vodotokova. Veći deo ukupnog potencijala (62%) je već iskorišćen, jer je ekonomski opravdano građenje većih proizvodnih kapaciteta. Ostatak hidropotencijala se takođe može iskoristiti ako se izgrade manji (i skuplji) objekti, pri čemu je danas značajna pažnja usmerena na mini i mikro hidroelektrane [1].

U malim hidroelektranama je kao generatore moguće koristiti i sinhrone i asinhrone mašine. U prošlosti su najčešće korišćeni sinhroni, međutim, pre svega zbog manjih troškova i ekonomske opravdanosti, u poslednje vreme se sve više koriste asinhroni generatori. U najvećem broju slučajeva to su kavezni asinhroni generatori.

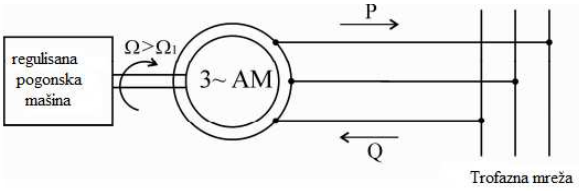
Generatorski rad asinhrone mašine nastupa kada se rotor mašine obrće drugom pogonskom mašinom u smeru obrtanja magnetnog polja, brzinom većom od sinhrone. Uobičajeno je da asinhroni generatori rade priključeni na elektroenergetski sistem kome predaju aktivnu energiju, ali u isto vreme iz njega uzimaju određenu količinu reaktivne energije. Ukoliko na određenoj lokaciji postoji energetski potencijal i pritom nije moguće povezivanje generatora na mrežu, pod posebnim uslovima moguć je i autonomni rad asinhronih generatora [2].

U konstruktivnom smislu, ne postoji suštinska razlika između asinhronog motora i asinhronog generatora. U principu, svaki asinhroni motor može biti korišćen kao asinhroni generator. Međutim, treba imati u vidu da je na njegovoj natpisnoj pločici dat podatak o mehaničkoj snazi i da se električna snaga koja se u trajnom radu može predavati mreži u izvesnoj meri razlikuje od ove, naznačene snage motora. Takođe, i podatak o odnosu maksimalnog i naznačenog momenta nije isti u motornom i generatorskom radu asinhrone mašine. Zbog toga, ukoliko se neki asinhroni motor koristi u generatorskom režimu rada, potrebno je poznavati njegove parametre i izvršiti analizu mogućih radnih stanja. U skladu sa tim podacima potrebno je odabrati adekvatnu opremu i ostale elemente postrojenja male hidroelektrane.

Postoji mogućnost da asinhrona mašina bude eksplicitno deklarisana kao generator i u tom slučaju se na njenoj natpisnoj pločici nalazi podatak o električnoj snazi, a u velikom broju slučajeva proizvođač krajnjem korisniku uz generator isporučuje i celokupnu prateću opremu (turbina, mehanički prenosnik, kompenzator reaktivne snage...) [2].

II. OSNOVNI USLOVI GENERATORSKOG REŽIMA RADA ASINHRONE MAŠINE

Imajući u vidu da se u malim hidroelektranama, pored sinhronih, najviše koriste asinhroni generatori sa kaveznim rotorom [2], generatorski režim rada asinhrone mašine biće razmotren upravo na primeru kavezne asinhrone mašine čiji je stator priključen na trofaznu mrežu (Sl. 1). Vratilo rotora je mehanički spregnuto sa proizvoljnom pogonskom mašinom, kod koje postoji mogućnost regulacije pogonskog mehaničkog momenta.



Sl. 1. Asinhrona mašina kao generator priključen na mrežu.

Regulacijom mehaničkog momenta vrši se i regulacija mehaničke snage, a sa njom i regulacija aktivne snage (P) koja se predaje mreži. Međutim, kako bi se održavalo obrtno magnetno polje, neophodno je da mašina iz mreže stalno uzima reaktivnu energiju (Q), proizvedenu pomoću nekih sinhronih mašina ili kondenzatorskih baterija.

Milica Rašić, Katedra za elektroenergetiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milicarasa@gmail.com

U najkraćem, za uvođenje asinhrone mašine u generatorski režim rada neophodno je:

- posedovati izvor reaktivne energije potreban za proizvodnju obrtnog magnetnog fluksa
- posedovati pogonsku mašinu sposobnu da okreće rotor ugaonom brzinom (Ω) koja je veća od ugaona brzina obrtnog polja(Ω_1), u smeru njegove rotacije.

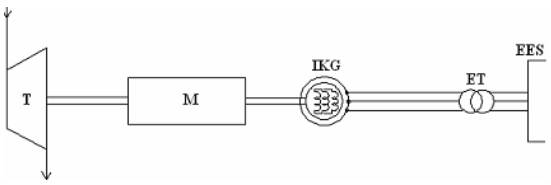
Nekoliko koncepata primene asinhronih generatora u MHE [3] je opisano u nastavku ovog odeljka.

A. MHE sa asinhronim kaveznim generatorom

Asinhroni kavezni generator bez samopobude najčešće se koristi kod malih hidroelektrana instalisane snage do 300 kW, koje rade paralelno sa mrežom. Ovi generatori su robusni i konstruktivno su identični asinhronim kaveznim motorima.

Asinhroni generator zahteva reaktivnu snagu i radi sa induktivnim faktorom snage. Elektroenergetski sistem snabdeva ovaj tip generatora reaktivnom snagom. Uključivanje na mrežu vrši se bez uređaja za sinhronizaciju i dozvoljeno je u opsegu 95-105% sinhronog broja obrtaja. Ukoliko je mreža slaba, puštanje se vrši uz pomoć soft startera, preko kojeg se generatoru postepeno dovodi napon mreže.

Na Sl. 2. je prikazana principska šema male hidroelektrane sa asinhronim kaveznim generatorom koja je priključena na mrežu elektroenergetskog sistema (T-hidoturbina; M-multiplikator; IKG-indukcioni kavezni generator; ET-energetski transformator; EES-elektroenergetski sistem).



Sl. 2. Principska šema MHE sa asinhronim kaveznim generatorom.

Međutim, često je potrebno da pored mogućnosti paralelnog rada sa mrežom, MHE radi i u ostrvskom režimu. Zato je potrebno da asinhroni generator poseduje mogućnost kombinovanog rada. Ostrvski rad asinhronog motora moguć je samo ako se obezbedi samopobuđivanje od strane remanentnog polja rotora i održavanja potrebne reaktivne snage pomoću kondenzatorskih baterija priključenih na krajevima statora.

Da bi u samostalnom radu MHE obezbedila kvalitetnu električnu energiju potrošačima, neophodno je izbeći odstupanja napona i frekvencije od naznačenih vrednosti. Ukoliko se kod samostalnog rada asinhronog generatora zanemari neznatna promena klizanja

$$\Omega=\Omega_1 \cdot (1 - s) \quad (1)$$

pri čemu je s klizanje, odnosno

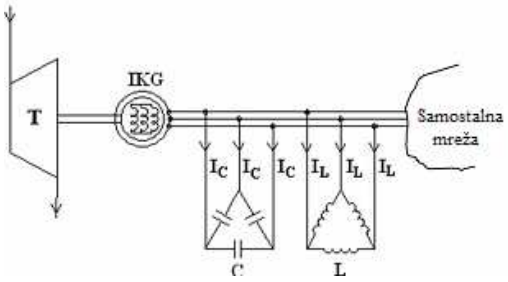
$$f=f_1 \cdot (1 - s) \quad (2)$$

onda se može smatrati da je frekvencija proporcionalna brzini obrtanja u bilo kom radnom režimu. Dakle, održavanjem konstantne brzine automatskim turbinskim regulatorom, održava se i frekvencija. Naravno, postoje i metode upravljanja kojima se direktno održava frekvencija.

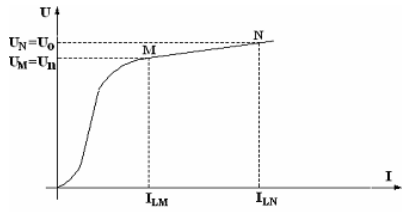
Nedostatak ovih generatora je nedozvoljeno povećanje izlaznog napona pri naglom rasterećenju, tj. pojava prenapona na statorskim priključcima. Uzrok ove pojave je tromost turbinskog regulatora koji nije u mogućnosti da spreči povećanje brzine obrtanja brzim smanjenjem otvora sprovodnog aparata.

B. MHE sa asinhronim kaveznim generatorom i zasićenom prigušnicom

Da bi se rešio problem održavanja konstantne vrednosti napona koriste se asinhroni generatori sa stabilisanim izlaznim karakteristikama. Ovi generatori daju izlazni napon koji ima izuzetno mala odstupanja ±5% od nazivne vrednosti. Jedno od rešenja kojim se ostvaruje približno konstantna vrednost napona je priključenje prigušnice L na izlazu asinhronog generatora što je prikazano na šemi sa Sl. 3. Sl. 4 prikazuje izlaznu karakteristiku asinhronog generatora na čijem je izlazu priključena ova zasićena prigušnica.



Sl. 3. MHE sa asinhronim kaveznim generatorom i stabilizacijom napona pomoću zasićene prigušnice.



Sl. 4. Izlazna karakteristika asinhronog generatora sa zasićenom prigušnicom.

C na Sl. 3 predstavlja kondenzatorske baterije. Prigušnica L se bira tako da se pri praznom hodu njena radna tačka (N) nalazi u zasićenom području prigušnice. Pri opterećenju asinhronog generatora, kada napon opadne,

radna tačka prigušnice iz (N) kojoj odgovara velika reaktivna snaga i struja I_{LN} prelazi u radnu tačku M kojoj odgovara struja $I_{LM} << I_{LN}$, kao i manja reaktivna snaga. Dakle, malo smanjenje napona od $U_N = U_0$ na $U_M = U_n$, povlači za sobom veliko opadanje reaktivne snage prigušnice koja stabilizuje napon. U praznom hodu prigušnica kompenzuje višak kapacitivne snage.

C. MHE sa asinhronim kaveznim generatorom sa zasićenim magnetnim kolom

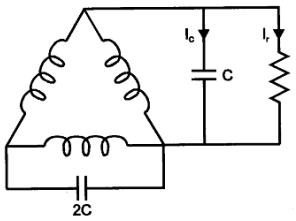
Karakteristika ovih asinhronih generatora je da poseduju specijalno izvedene statorske namotaje koji služe za stabilizaciju napona. Broj navojaka statorskih namotaja i kondenzatorskih baterija je izabran tako da napon u praznom hodu iznosi U_0=1,05•Un. Teži se da magnetno kolo asinhronog generatora bude što je više moguće zasićeno, da bi pad napona na krajevima opterećenog generatora bio unutar dozvoljenih granica.

Problem je što zasićenje magnetnog kola uzrokuje neželjeni efekat harmonijskog izobličenja talasnog oblika napona. Ovaj problem se rešava tako što korak namotavanja statorskog faznog namotaja iznosi 2/3 polnog koraka. Na taj način je kompenzovan treći harmonik u obrtnom magnetnom fluksu, a samim tim i u naponu statora. Nedostatak ovakvog rešenja je i to što se sa povećanjem stepena zasićenosti magnetnog kola povećava i struja magnećenja, a time i potreban kapacitet kondenzatorskih baterija. Pored toga, dolazi do povećanog zagrevanja mašine kako u praznom hodu, tako i u režimu sa opterećenjem.

D. Jednofazni izlaz iz trofazne mašine

Jednofazne asinhrone mašine mogu da se koriste kao generatori, ali može doći do problema u ostvarivanju pobude i u određivanju veličine i rasporeda potrebnih kondenzatora. Pored toga, jednofazne asinhrone mašine su skuplje od trofaznih i dostupne su samo malih snaga. Međutim, moguće je koristiti trofaznu asinhronu mašinu kao jednofazni generator. To je način koji se obično preporučuje za dobijanje jednofaznog napajanja. Metod koji se koristi za dobijanje jednofaznog napona iz trofazne mašine je sledeći:

- trofaznu asinhronu mašinu pogodnu za rad na 230/400 V povezati u trougao;
- izračunati kapacitivnost po fazi „C“, potrebnu za rad trofazne mašine povezane u trougao na 230 V;
- umesto povezivanja kapacitivnosti „C“ u svakoj fazi, treba povezati u jednoj fazi „2C“, u drugoj „C“, a u trećoj ne vezati ništa. Ovakav priključak (veza) poznat je pod nazivom „C – 2C“ priključak i prikazan je na Sl. 5.



Sl. 5. Jednofazni generator nastao iz trofazne mašine korišćenjem „C – 2C“ veze kondenzatora.

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA PRIMENE ASINHRONE MAŠINE KAO GENERATORA

Primer praktične realizacije male hidroelektrane sa asinhronim generatorom prikazan je kroz kratak opis projekta male hidroelektrane “Kozji Grb”, čija je izgradnja predviđena na reci Mlavi. To je protočna, derivaciona hidroelektrana koja se na osnovu svoje ukupne instalisane snage (592 kW) može svrstati u mini hidroelektrane. Predviđeno je da radi paralelno sa distributivnom mrežom, pri čemu njen ostrvski rad nije predviđen. Planirano je da električnu snagu u njoj proizvodi pet trofaznih asinhronih generatora, različitih nazivnih snaga, pri čemu je usvojen koncept primene MHE sa kaveznim generatorom i zasićenom prigušnicom. Izabrane turbine koje pogone asinhrone generatore su reakcijske cevne “S” turbine [4].

Upravljanje radom ove MHE vrši se najčešće automatski pomoću centralnog programabilnog kontrolera (PLC-a), koji prati sve zajedničke parametre elektrane, kao što su nivo vode u vodozahvatu, stanje srednjenaponskog (SN) spojnog prekidača, sistemsku zaštitu, zaštitu priključnog voda, daljinsko upravljanje i alarmiranje. Centralni PLC, takođe, prati trenutno stanje njemu podređenih PLC-ova (za svaki generator postoji poseban PLC uređaj). Ovi PLC uređaji upravljaju radom blokova turbina-generator prateći signale sa senzora temperature ležajeva turbine, temperature namotaja i ležajeva generatora, uključenja generatorskog prekidača, stanja generatorske zaštite, a vrše i funkciju turbinske regulacije za odgovarajuće blokove turbina-generator. U zavisnosti od raspoložive količine vode u vodozahvatu, centralni PLC određuje koji blok turbina-generator će biti u radnom stanju.

Generatori se priključuju na mrežu distributivnog elektroenergetskog sistema po određenom algoritmu koji sadrži sledeće korake:

- otvaranje odgovarajućeg predturbinskog zatvarača što omogućava proticanje vode kroz turbinu,
- uključenje generatorskog prekidača (potrebno je da se brzina generatora približi sinhronoj brzini),
- podešavanje stepena otvorenosti sprovodnog aparata turbine do postizanja normalnog režima rada generatora.

Priključeni generator uzima iz mreže reaktivnu energiju koju koristi za magnećenje. Povećanjem protoka vode kroz turbinu povećava se i brzina turbine, tj.

generatora sve do postizanja naznačene brzine generatora. Kompenzacija reaktivne energije se vrši u stepenima preko regulatora faktora snage za svaki generator posebno. Regulatori vrše uključenje potrebnog broja kondenzatorskih baterija odovarajuće snage, u zavisnosti od trenutne vrednosti faktora snage i na taj način ga popravljaju na vrednost 0,98.

Generatorski prekidač služi da izvrši povezivanje generatora sa niskonaponskim sabirnicama 0,4 kV. Kao generatorski prekidači koriste se odgovarajući kontaktori sa bimetalnom zaštitom, odgovarajućim osiguračima i analizatorima mreže, kao i zaštitnim jedinicama od prenapona, podnapona, previsoke ili preniske frekvencije, i to za svaki generator posebno. Ukoliko neka od praćenih veličina (napon, frekvencija, struja...) izađe izvan podešenog opsega, zaštitna jedinica izdaje komandu za isključenje generatorskog prekidača, tj. za odvajanje generatora od niskonaponskih sabirnica. Naravno, isključuje se samo generator čija je zaštita reagovala, a ostali nastavljaju sa radom.

Energetski transformator služi za prilagođavanje naponskog nivoa generatorskih sabirnica (0,4 kV) naponskom nivou srednjenaponske elektrodistributivne mreže (10 kV), na koju se priključuje ova mala hidroelektrana. U razmatranom slučaju, za ukupnu instalisanu snagu od 592 kW izabrana je prva veća vrednost snage transformatora iz standardnog niza snaga, koja iznosi 630 kVA.

Uloga spojnog prekidača je spajanje male hidroelektrane sa distributivnom mrežom na 10 kV strani energetskog transformatora, kako bi se omogućila predaja proizvedene električne energije elektroenergetskom sistemu.

Uzimajući u obzir instalisanu snagu u maloj elektrani, tip turbina i generatora, namenu i predviđeni radni režim elektrane, kao i ostale zahteve, u elektrani su instalisani brojni zaštitni uređaji koji mogu da se razvrstaju u sledeće grupe: turbinska zaštita, generatorska zaštita, zaštita glavnog energetskog transformatora, sistemska zaštita, zaštita priključnog voda, zaštita elektromašinske hale.

Turbinska zaštita se postavlja posebno za svaki generator. Ona podrazumeva dve vrste zaštite: zaštitu od prevelike brzine (od pobega generatora) i termičku zaštitu ležajeva turbine. Zaštita od prevelike brzine deluje tako što se vrši zatvaranje predturbinskog zatvarača odgovarajuće turbine. Zatvaranje se vrši pomoću kontratega, koji je proračunat tako da izvrši brzi prekid protoka vode kroz turbinu uz sprečavanje većih hidroudara u cevovodu kojim se voda transportuje do turbina. Termička zaštita ležajeva turbine realizovana je pomoću Pt100 senzora koji su smešteni u kućištu ležajeva turbina.

Generatorska zaštita obuhvata različite multifunkcionalne mikroprocesorske zaštitne releje kojima se realizuju: kratkospojna, prekostrujna (zaštita od preopterećenja), podnaponska, prenaponska, podfrekventna, nadfrekventna, zaštita od povratne sprege (zaštita od trajnog motornog režima rada) i termička zaštita ležajeva i namotaja generatora.

Za zaštitu glavnog elektroenergetskog transformatora koriste se Buholc zaštitni relej i kontaktni termometar.

Sistemska zaštita obuhavata naponsku i frekventnu zaštitu sistema. Ona reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje aktivne energije i izvedena je primenom posebnog multifunkcijskog, mikroprocesorskog releja. Ukoliko ova zaštita reaguje, direktno se isključuje spojni prekidač.

Zaštita priključnog voda je realizovana primenom višefunkcionalnog mikroprocesorskog zaštitnog releja integrisanog u spojni prekidač. Ova zaštita podrazumeva prekostrujnu i kratkospojnu zaštitu voda. Ukoliko ona reaguje, dolazi do direktnog isključenja spojnog prekidača, kao i u slučaju sistemske zaštite.

IV. ZAKLJUČAK

U poslednje vreme se u MHE sve češće koriste asinhrone mašine u generatorskom režimu rada. Međutim, treba obratiti pažnju na poteškoće pri njihovom radu. Tako asinhroni generator mora da bude snabdeven reaktivnom energijom koju koristi za magnećenje. Zbog toga je neophodno korišćenje dodatne opreme za pobuđivanje što se odražava na ukupne investicione troškove. U radu su prikazani neki koncepti primene asinhronih mašina u malim hidroelektranama i dat je kratak opis konkretnog projekta jedne MHE. Mogućnosti primene asinhrone mašine kao generatora su daleko brojinije od prikazanih, tako da mogu biti predmet daljeg istraživanja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja deo diplomskog rada “Mogućnosti primene asinhronih mašina kao generatora u MHE sa osvrtom na primer iz prakse”. Autor se posebno zahvaljuje asistentu mr Milanu Radiću na ukazanoj pomoći i korisnim savetima pri izradi datog diplomskog rada, kao i doc. dr Lidiji Korunović na korisnim sugestijama datim prilikom pisanja ovog rada.

LITERATURA

[1] B. Jovanović, M. Parović: „Stanje i razvoj malih hidroelektrana u Srbiji“, *Jefferson institute*, Beograd, 2009, pp. 5-6.

[2] Z. P. Stajić, Đ. R. Vukić, M. M. Radić: „Asinhrone mašine“, *Elektronski fakultet*, Niš, 2012.

[3] M. B. Đurić, Ž. R. Đurišić, A. R. Čukarić, V. Ilić: „Elektrane“, *Beopres*, Beograd, 2010.

[4] Z. Jovanović: „Glavni projekat male hidroelektrane „Kozji Grb“ – elektro deo“, ANKER ING d.o.o., Niš, 2012.

Gromoglasni MOOC: ekranizacija visokog obrazovanja

Mateja Stojanović

Sadržaj - U radu je opisan društveni fenomen masovnih onlajn otvorenih kurseva, opisan njihov način funkcionisanja, sa posebnim naglaskom na edX platformu [1].

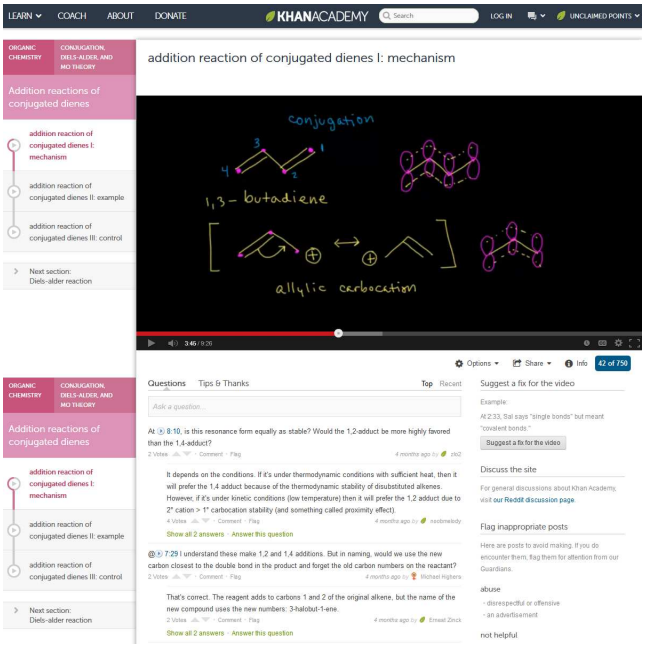
I. Uvod

MOOC (skraćeno od Massive Open Online Course) je u poslednjih par godina postao jedan od termina koji služe kao povod za raspravu o budućnosti visokog obrazovanja. Ideja o (najčešće besplatnom) obrazovanju koje je po sadržaju identično onom koje je doskora bilo dostupno samo nekolicini koji su mogli da ga priušte je privukla veliki broj kako zagovornika, tako i protivnika. Kao neko ko je imao priliku da isprati sadržaj nekoliko ovako ponuđenih kurseva, nemam za cilj da ovim radom zastupam jednu ili drugu stranu u ionako već veoma zahuktaloj debati, već da pokušam da pružim uvid u ovaj način učenja iz ugla studenta onima koji o MOOC-ovima još nisu čuli, ili su čuli ali ne znaju onoliko koliko bi želeli.

II. Kratak istorijat MOOC-ova

Iako je primena računara, pa i samog interneta, uvek barem idejno imala za cilj kako razmenu informacija tako i sticanje novih znanja, ovo je sve doskora podrazumevalo ili konkretizovano istraživanje o izolovanim temama, ili pak vizualnu pomoć pri usvajanju novog koncepta u tradicionalnoj učionici.

Koreni modernog online obrazovanja sa masovnim brojem učesnika se mogu tražiti u Khan Academy portalu (slika 1), koji je 2006. godine osnovao Salmon Khan, i koji je za cilj imao pomaganje učenicima osnovnih i srednjih škola pri savladavanju nastavnog gradiva. Razlog zašto baš Khan Academy navodim kao direktnu preteču MOOC-ova jeste zato što je taj portal bio prvi na kome se gradivo predstavljalo u kratkim video segmentima (najčešće oko desetak minuta dugim), praćenim pitanjima vezanim za gradivo. Ovo, kao i sistem „bedževa“ koji je uveden 2010. i koji se dodeljuju za razna manja ili veća postignuća na portalu, predstavljaju osnovu koja objedinjuje okruženje učionice i video igre u jedno, i koja se do danas pokazala kao najuspešniji način onlajn učenja. U početku su video snimci predavanja bili postavljani na YouTube, da bi uskoro Khan dobio finansijsku podršku Bill Gates-a, Google-a, kao i mnogih drugih, i vremenom prerastao u jedan od najposećenijih obrazovnih portala, sa predavanjima iz oblasti kako prirodnih, tako i društvenih nauka prezentovanih na preko dvadeset jezika i milionima zadovoljnih posetilaca koji neretko znatno odudaraju od predviđene demografije. Khan akademija se u velikom broju škola širom sveta koristi i kao pomoćno nastavno sredstvo (takozvani „flipped classroom“ model nastave) [2].



Slika 1. Interfejs KhanAcademy.org stranice nije se mnogo izmenio od samog početka: sa leve strane je navigacioni meni, a ispod video predavanja učenici raspravljaju o gradivu

Kao prvi MOOC se najčešće uzima „Connectivism and Connective Knowledge“ koji su 2008. organizovali George Siemens i Stephen Downes. Većina kominikacije se odvijala u Moodle okruženju, ali je oko 2200 studenata komuniciralo i putem RSS kanala, blogova, kao i chat-sesija u online video igri Second Life. Uskoro su se pojavili i drugi nezavisni kursevi, organizovani od raznih profesora uglavnom iz SAD-a, koji su ekperimentisali sa raznim vidovima razmene informacija i materijala koristeći nove tehnologije.

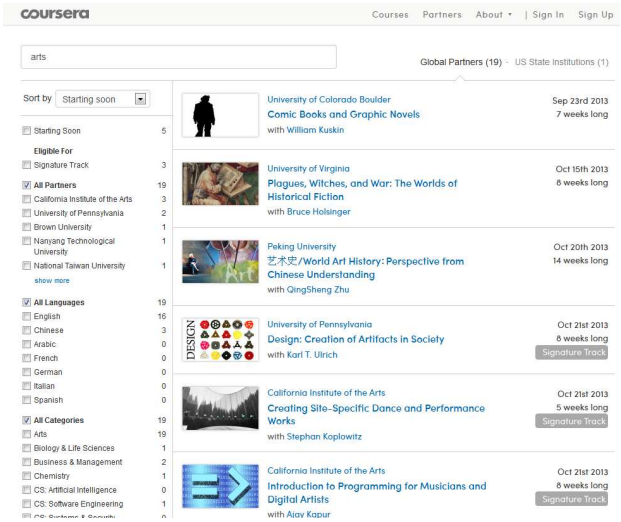
Jedan od ovih kurseva je i „Introduction to Artificial Intelligence“ koji su u jesen 2011. započeli Sebastin Thurn i Peter Norvig sa Stanford-a. Prestižno ime je privuklo 160.000 registrovanih studenata, što je bio zaista masivan broj. Ovakvo interesovanje je nagnalo dvojicu autora da u februaru sledeće godine osnuju prvu MOOC platformu – Udacity. Do današnjeg dana, kursevi koje Udacity ima u

Mateja Stojanović je student na smeru Elektroenergetika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: mateyast@gmail.com

ponudi su pretežno i dalje iz oblasti matematike i programiranja [3].

U decembru 2011. lansiran je eksperimentalni kurs „Circuits and Electronics“ na MITx platformi, kao prirodni nastavak postojećeg MIT OpenCourseWare portala na kome se mogu naći materijali za manje ili više nezavisno učenje većine predmeta održanih na MIT-u. Ono što smatram da je bitno naglasiti jeste da je osnivanje MITx-a predstavljalo presedan. Sve do tog trenutka obrazovanje preko interneta je gotovo jednoglasno smatrano inferiornim tradicionalnom obrazovanju. Međutim, kada je jedan od vodećih svetskih univerziteta kao što je MIT pokrenuo sopstvenu platformu (i „brendirao“ je svojim imenom, što Stanford neće uraditi sve do juna 2013. godine, sa Stanford Online), mnogi su počeli da preispituju svoje stavove. Još jedna visokoobrazovna institucija koja je uvidela potencijal MOOC-ova je bio i Harvard, koji se pridružio MIT-u, i u maju 2012. oni su transformisali MITx u edX platformu, na kojoj je ovaj rad baziran.

Uspeh koji su „Uvod u veštačku inteligenciju“ i „Kola i elektronika“ ostvarili nije prošao nezapažen, i uskoro se, u aprilu 2012. godine, pojavila nova platforma – Cousera (slika 2), takođe osnovana od strane profesora sa Stanford-a. Coursera je daleko najveća MOOC platforma, i u trenutku pisanja ovog rada (septembar 2013.) broji skoro 5 miliona registrovanih studenata, preko 450 dostupnih kurseva i 88 partnerskih institucija [4]. Ovo, međutim, nije ni u kom slučaju merilo kvaliteta jedne MOOC platforme, i iako je opseg ponuđenih kurseva zaista ogroman, pažnja koja je uložena u njihovo organizovanje varira od kursa do kursa.



Slika 2. Zbog ogromnog broja kurseva koje ima u ponudi, na Coursera.org portalu se oni mogu pretraživati preko različitih parametara

Tokom 2013. godine Stanford sklapa dogovor sa edX-om da svoju Class2Go platformu „premesti“ na edX, i doprinese nastojanjima da edX postane Open Source, što se ogleda u mogućnosti da će ljudi širom sveta moći da rade na daljem razvijanju edX-a. Ovu ideju podržava i Google, koji će u prvoj polovini 2014. pokrenuti mooc.org, koji će omogućiti pojedincima ili grupama da prezentuju i hostuju sopstvene MOOC-ove. Takođe, Stanford pokreće novu platformu NovoEd koja se fokusira na rad u grupi. . Više informacija o ulozi edX-a u otvorenom softveru možete naći na stranici code.edx.org kao i pod [5].

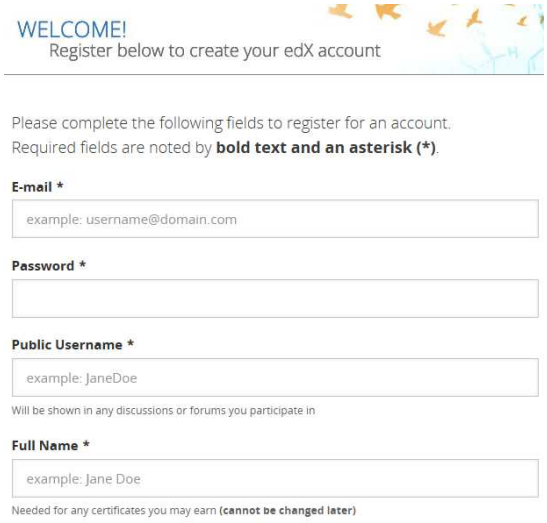
EdX iste godine pridodaje više od 20 prestižnih univerziteta svom xConsortium-u. Takođe sklapa ugovor sa MMF-om, koji ubrzo potom pokreće dva kursa namenjena malim grupama vladinih zvaničnika koji imaju za cilj obuku istih u ekonomskim oblastima.

U proteklih godinu dana na internetu se pojavilo više manjih platformi koje omogućuju praćenje ili hosting kurseva ili pojedinačnih predavanja, optimizovanih za razne sadržaje i uređaje.

Kao što se da zaključiti, razvoj MOOC-ova je toliko brz da će ovom pregledu gotovo sigurno nedostajati nekoliko bitnih stavki do trenutka kada bude objavljen [6].

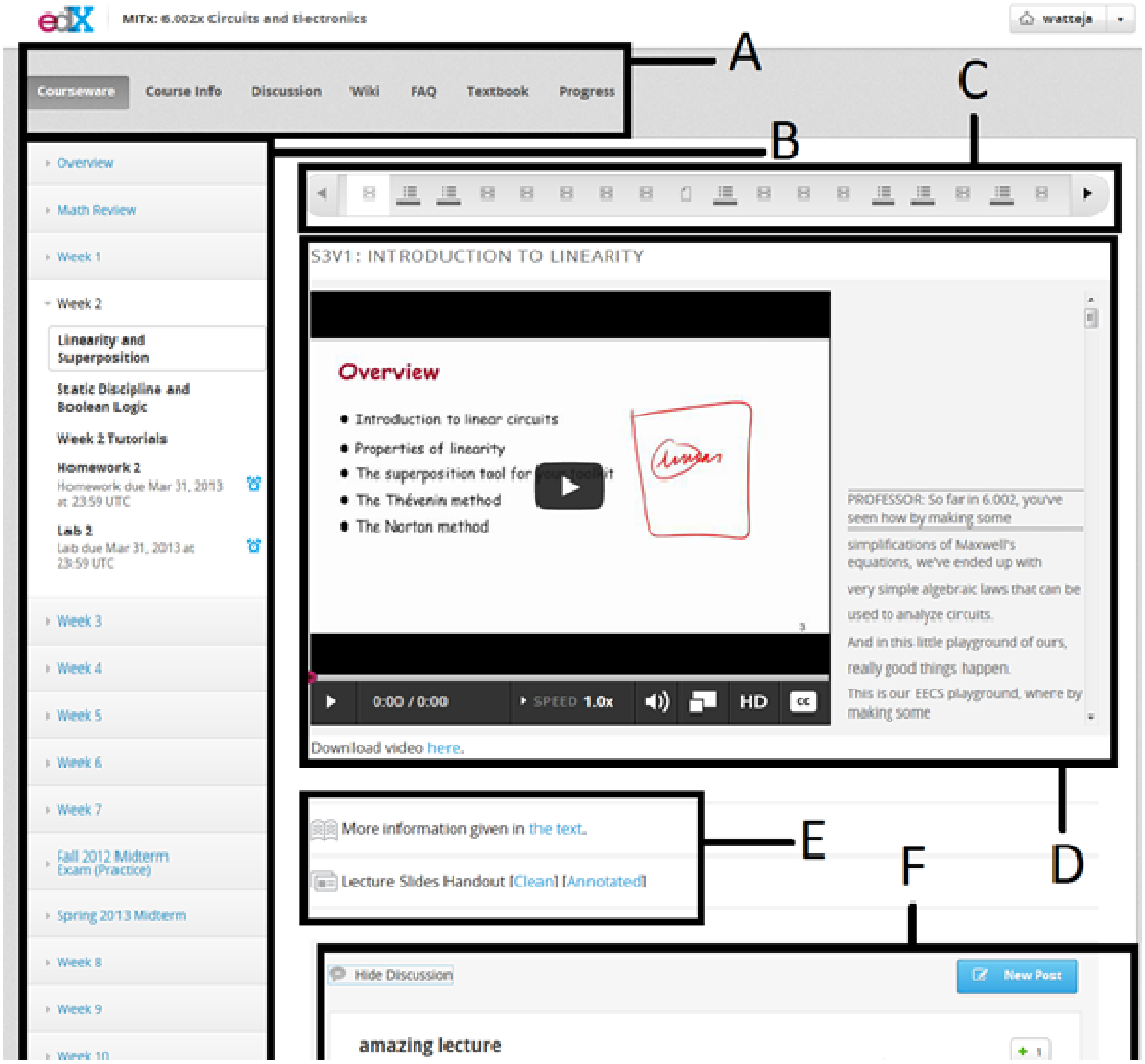
III. NAČIN FUNKCIONISANJA JEDNOG KURSA

A. Prijavljivanje za kurs



Slika 3. Formular zahtevanih podataka prilikom registracije na edX

Registracija na edx.org je krajnje uprošćena i ne bi trebala da predstavlja problem bilo kome ko ima otvoren nalog na nekoj društvenoj mreži, na primer. Polja koja je obavezno popuniti prilikom registracije prikazana su na slici 3. Sve što je potrebno uraditi jeste ostaviti svoju e-mail adresu, izabrati lozinku i korisničko ime, i dati puno ime (sva pisma su dozvoljena). Ime koje date pri registraciji je ono koje će vam pisati na sertifikatu za položeni kurs, i ono se ne može promeniti. Takođe je potrebno prihvatiti uslove korišćenja i takozvani „Honor Code“, kojim se obavezujute da ćete ostvarivati svoje rezultate isključivo svojom zaslugom i na pošten način.



Slika 4. Delovi edX platforme: A – Glavni navigacioni meni u kome se bira željeni deo kursa, B – Predmet kursa je podeljen po nedeljama, a nedelje u posebne nastavne celine ili obimnije provere znanja, C – Svaka nastavna celina je sastavljena iz jednog ili više video segmenata, pitanja ili zadataka, D – Deo za streaming predavanja, E – Dodatni materijali vezani za predavanje, F – Diskusije studenata na temu predavanja

Iako uveliko simboličan, ovaj kodeks odgovara samom sertifikatu, koji se i sam može smatrati simboličnim, jer ne nosi sa sobom zvanične bodove fakulteta koji kurs priređuje. (Postoje izuzeci ovome i o njima ću govoriti kasnije.) To je glavna razlika MOOC sistema od onlajn univerziteta kao što je Open University, na primer. Zbog ovoga, većina učenika shvata provere znanja kao lični izazov za koji su se (doslovno) prijavili, a ne kao nametnutu obavezu ili prepreku do cilja. Stepen poštovanja ovog kodeksa (bar na forumima kojima sam prisustvovao) je iznenađujuće visok.

Kada se registrujete, pronađite kurs za koji ste zainteresovani i prijavite se za njega. Na stranici na kojoj se možete prijaviti za kurs, dostupan je kratak video klip promotivnog karaktera koji ukratko opisuje o čemu se u kursu radi, kao i detaljan opis nastavnog plana i programa, potrebnih predznanja i karakterističnih odlika kursa, te predviđeno potrebno vreme koje se treba posvetiti predmetu svake nedelje, najčešće postavljana pitanja i kratak CV svakog od predavača. Imajte na umu da se MOOC-ovi održavaju u tačno određenom vremenskom rasponu i da je nastava organizovana po nedeljama. Ne možete se prijaviti za kurs ako se on već završio. Međutim, kursevi koji imaju dovoljan broj aktivnih studenata se obično organizuju više puta godišnje. Na primer, kurs 6.002x je poslednji put počeo 16-og oktobra 2013. godine, iako ću ja ovde koristiti screenshot-ove iz kursa 6.002x koji sam slušao na početku 2013. godine, kao i one iz drugih kurseva.

Nakon što ste se prijavili za kurs, možete mu pristupiti sa svog Dashboard-a (dugme u gornjem desnom uglu), što je edX-ov pandan profilnoj stranici na drugim portalima.

B. Snalaženje u virtuelnoj učionici

Interfejs svakog kursa je gotovo identičan i veoma intuitivan. Ispod trake sa imenom kursa i linkom za Dashboard na kome je ispisano vaše korisničko ime, nalazi se meni sa kojeg se može pristupiti različitim delovima kursa.

Courseware Ovo je mesto gde se nalazi glavni deo kursa: video predavanja, vežbe, domaći zadaci, ispiti, kao i mnogi drugi materijali koje predavač smatra relevantnim za predmet. U velikoj većini kurseva gradivo se prezentuje iz nedelje u nedelju, pa su i materijali podeljeni po nedeljama (slika 4).

Course Info Ovde se mogu naći uopštene informacije o kursu, kao i obaveštenja vezana za moguće izmene u programu. Neki profesori motivišu studente video segmentima u kojima objavljuju statističke podatke o kursu ili daju savete o predstojećim proverama znanja. Nova obaveštenja se pojavljuju bar jednom nedeljno. Ovde se takođe mogu naći uputstva potrebna za praćenje kursa, a koja nisu vezana ni za jednu određenu nedelju.

Discussion Jezgro komunikacije između studenata, koje na većini kurseva neretko posećuje i nastavno osoblje.

Progress Mesto gde student može videti svoj dosadašnji učinak kako po pojedinačnim nedeljama i vežbama, tako i u ukupnom zbiru (slika 6).

Pored ovih, zavisno od potreba kursa mogu postojati i stranice na kojima se nalazi specifičan sadržaj za lakše snalaženje i učenje.

C. Prezentovanje gradiva

Ono što je zajedničko svim kursevima jesu već pomenuti kratki video segmenti koji su ispresecani pitanjima za proveru znanja, zadacima, pozivima na diskusiju na određenu temu ili simulacijama koje bi trebalo da pomognu studentu da bolje usvoji teorijski prezentovano gradivo. Segmenti se mogu preuzeti ili gledati onlajn, pri čemu je veoma korisna kolona u kojoj se može pratiti transkript, i koja takođe može služiti za navigaciju. Obično je video sadržaj dostupan u više rezolucija, i može se strimovati usporeno ili ubrzano, što je dodatna prednost u odnosu na tradicionalna predavanja, pored očigledne fleksibilnosti koja je studentu pružena u izboru mesta i vremena kada će predavanje odslušati, i kojim tempom.

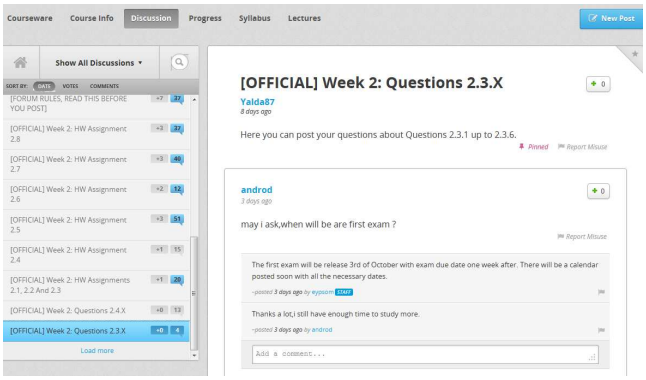
Način na koji je materija predstavljena se razlikuje od kursa do kursa: neki profesori koriste grafičke tablete umesto table, drugi koriste snimke svojih predavanja u amfiteatrima, dok treći snimaju sadržaj za tu posebnu namenu. Neki koriste dodatne vizualizacije, ili kombinuju sve od pomenutog.

Umesto praktičnog rada, 6.002x koristi Lab simulacije u kojima se od studenata zahteva da projektuju sistem prema zahtevanim parametrima sa određenim komponentama, pri čemu se koriste virtuelni merni instrumenti.

Dok profesori drže teorijski deo predavanja koji je neophodan za uspešno savladavanje zadataka i vežbi, stariji studenti ili doktoranti (Teaching Assistants, TAs) mogu snimiti video materijale sa primerima rešenih zadataka uz usmena objašnjenja, što je prilično slična praksa kao na fakultetima u Srbiji.

Iako većina kurseva ima na raspolaganju studenata udžbenike ili neki drugi vid materijala koji može poslužiti kao alternativa ili dopuna video predavanjima, mnogima problem predstavljaju zakoni o autorskim pravima. Tako, na primer, u dvodelnom kursu „History of Rock“ koji je držao John Covach sa univerziteta u Rochester-u, nije bilo ni jedne jedine pesme ili video spota, čije bi prikazivanje toliko ogromnom broju ljudi iziskivalo ogromnu sumu novca, već samo naslova istih, a od studenata se (prećutno) očekivalo da pronađu sve relevantne numere na internetu.

D. Društveni aspekt MOOC-ova



Slika 5. Interfejs Discussion foruma na edX platformi

Komunikacija se u MOOC okruženju uglavnom odvija preko pomenutih foruma koji su deo svakog kursa. Izgled foruma je prikazan na slici 5. Ovo je najstariji oblik komunikacije prisutan od samog početka MOOC platformi, i dostupan je svima sa internet pristupom i elementarnim znanjem engleskog jezika. Iako nisu bez tehničkih nedostataka, forumi mogu dosta da doprinesu sticanju novih i produbljivanju postojećih znanja, posebno imajući u vidu da se tamo nalazi ne samo nastavno osoblje katedre koja organizuje kurs, već i mnogi radoznali profesionalci iz proučavane oblasti. Ono što je usvojeno kao dobra praksa je okupljanje studenata u grupe za učenje (study groups) van same platforme. Ovo okupljanje može biti online, preko chat sesija ili posebnih grupa na društvenim mrežama, ili offline – licem u lice. Učenje sa drugima van virtuelnog okruženja se pokazalo kao uzrok veće motivacije među studentima da završe kurs. Dok je u početku ovaj vid okupljanja bio rezervisan isključivo za one koji su se poznavali pre nego što su započeli kurs, sada se (posebno na Coursera u Udacity platformama) studenti često organizuju preko servisa kao što je Meetup, koji okuplja zainteresovane za učenje u grupi najčešće na nedeljnoj osnovi. Zavisno od broja polaznika, te grupe

mogu biti manje ili veće. U Nišu je taj broj još uvek prilično skroman (desetak registrovanih za Coursera-u). Treba napomenuti da je i study group opcija dobila na značaju pojavom onlajn alata kao što je ThinkBinder.

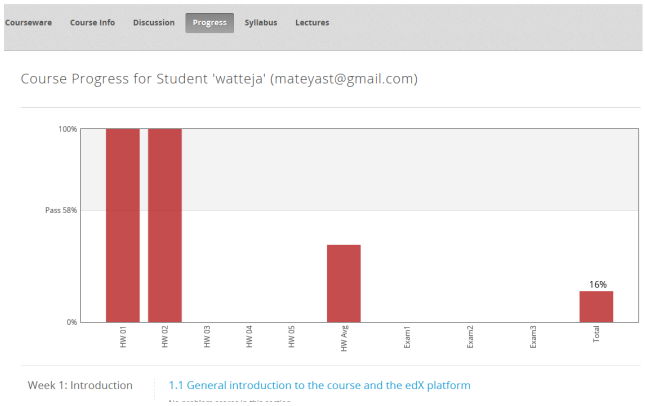
E. Polaganje ispita

Kao što sam ranije napomenuo, stečeni sertifikati ne doprinose formalnom akademskom priznanju ni na koji način. Ovo, međutim, ne znači da ih je lako steći. Štaviše, u javnosti je postignut konsenzus da je ubedljivo najveći problem MOOC-ova do sada izuzetno niska prolaznost studenata. Prvi put kada je 6.002x organizovan, tek oko 5% od 154.763 studenata prijavljenih za kurs je dobilo sertifikat. Ovaj procenat je veći ako se ne računaju oni koji su odustali već u prvoj nedelji (od 14 nedelja koliko je kurs trajao), kada su uvideli da je nivo na kom je kurs održavan previše zahtevan za njih. Tek 26.349 polaznika je dobilo bar jedan poen na prvom domaćem zadatku. Sa druge strane, 7.157 onih koji su odštampali svoj sertifikat i dalje čine 40 puta veći broj nego što je broj studenata koji prijave 6.002 (originalna verzija kursa, bez sufiksa „x“) na MIT-u svake godine [7], [8]. Ono što ostaje jedno od utemeljenih pravila platforme, po rečima Anant Agarwal-a, profesora elektronike na MIT-u koji je glavni odgovorni za organizaciju MITx i kasnije edX platforme, je da bez obzira na prolaznost studenata, kursevi neće postati lakši, i da će zadržati iste kriterijume kao njihovi pandani na MIT-u, Harvardu ili nekom trećem partnerskom univerzitetu [9].

Sama ocena je izražena u procentima kao odnos osvojenih naspram ukupnog broja poena. U zavisnosti od kursa, poeni se dodeljuju na blic-pitanjima na „predavanjima,“ domaćim zadacima, laboratorijama, kolokvijumima (midterms), i najčešće završnom ispitu. U većini slučajeva, veći deo ocene „nose“ predispitne obaveze, koje se moraju kompletirati u roku od obično nedelju ili dve od postavljanja na portal, a prolazna ocena je negde oko 60% za većinu kurseva.

Ocenjivanje je uglavnom automatsko, od strane sistema, i najčešće se bazira na proveri izabranih ponuđenih odgovora ili unetih (među)rezultata. Stvar je nešto komplikovanija u društvenim naukama, gde se pri ocenjivanju eseja pribegava „vršnjačkom“ ocenjivanju (peer assessment), pretraživanju ključnih reči, ili kombinaciji ova dva.

Sve tri velike MOOC platforme (edX, Coursera i Udacity) su u različitim trenucima predstavile mogućnost plaćanja za sertifikate, pri čemu bi oni nosili drugačija obeležja i bili stečeni u nešto drugačijim uslovima polaganja ispita, dok je samo gradivo potpuno isto kao za sertifikate stečene redovnim putem. Tako Udacity ima for-credit opciju praćenja kurseva koja omogućuje studentu da dobije sertifikat koji nosi određen broj bodova za fakultet koji taj kurs organizuje (u ovom trenutku to je San Jose State University, s tim što je moguće te bodove preneti na većinu drugih univerziteta u Kaliforniji). Takođe postoji mogućnost „nadziranog“ učešća (proctored exams) koje se zasniva na nadziranju studenta pri polaganju ispita preko veb-kamere. Coursera ima u ponudi „signature track“ verifikovane sertifikate, koji se dobijaju nakon što se student čiji je identitet potvrđen podvrgne praćenju načina kucanja na tastaturi koji je, prema tvrdnjama ljudi iza Coursera-e, jedinstven za svakoga. EdX je takođe počeo da koristi sličan ID Verified Certificate sistem koji nasumično zahteva potvrdu identiteta preko veb kamere dok ste prijavljeni na sajtu. Ono što je novo na edX platformi je XSeries sistem, koji podrazumeva niz tematski spojenih kurseva (koji svi moraju biti sa ID sertifikatom), i koji bi trebali da doprinesu većem priznavanju dobijenih sertifikata. Trenutno je samo jedan XSeries u ponudi. Počeo je nedelju dana pre nego što ću predati ovaj rad, planirano je da traje do jeseni 2015. godine, a ubraja sedam kurseva.



Slika 6. Na stranici Progress student može videti detaljnu statistiku svog dosadašnjeg uspeha na kursu

Treba imati u vidu da su svi ovi sertifikati uz novčanu nadoknadu još uvek veoma eksperimentalnog karaktera, i da se po svojoj prirodi tek neznatno razlikuju od već postojećih onlajn univerziteta.

IV. ZAKLJUČAK

Iako su pojava MOOC sadržaja i posebno njihov uticaj na postojeći sistem visokog obrazovanja podložni raspravi, postoji nekoliko činjenica koje se jasno mogu izdvojiti.

Prva je da je taj sadržaj stekao ogromnu popularnost za relativno kratko vreme koliko je prisutan u javnosti. Mnogi, kao što je Dennis Yang, čovek iza manje platforme Udemy, smatraju da će ta popularnost uskoro znatno opasti, da bi se nakon toga postepeno stabilizovala, nakon što intenzivna medijska, pomalo senzacionalistička pokrivenost MOOC-ova bude utihla.

Druga je da ovo nije rezultat isključivo puke radoznalosti ljudi za novi vid obrazovanja – statistika pokazuje da je 99% studenata koji su položili ogledni 6.002x smatra da je kurs u MOOC formi podjednako dobar

ili bolji od tradicionalnog načina studiranja. Među njima je bilo i studenata koji su slušali i 6.002 na MIT-u. Ovakvi podaci su, nažalost, pokrenuli žestoke debate u akademskim krugovima u SAD o isplativosti samog postojanja MOOC-ova, kao i potencijalne pretnje koju predstavljaju univerzitetima širom zemlje.

Treća činjenica, koja je posebno evidentna svima koji učestvuju na forumima u okviru kursa, jeste da bez obzira na uticaj koji otvoreni kursevi imaju u razvijenim ili zemljama u razvoju, oni svakako omogućuju visok stepen obrazovanja u područjima u kojima ono jednostavno nije moguće (većini stanovništva) ni u kojoj formi. Iako su demografski podaci sa nekolicine kurseva dostupni javnosti, namerno sam odlučio da ih ne izlažem u ovom radu jer su kursevi koje održavaju fakulteti van SAD-a uglavnom tek lansirani, i na osnovu njih se može steći utisak da podaci o demografiji mogu dosta drugačije izgledati od onih trenutno dostupnih.

Ako postoji ijedna zaista neosporiva prednost MOOC platformi u odnosu na „prave“ fakultete, onda je to sposobnost učenja. Ne njihovih polaznika, već samih platformi. Dok su one zasnovale svoj sistem na tradicionalnom obrazovanju i onda ga unapredile oslanjajući se na empirijske podatke, čini se da većina fakulteta ne želi da nauči ništa od MOOC-ova da bi očuvala svoju tradicionalnost, a odbijanje da se uči je svakako mana obrazovne ustanove.

LITERATURA

[1] [Online] Dostupno na: https://www.edx.org/

[2] [Online] Dostupno na: http://khanacademy.desk.com/customer/portal/articles/414146-which-schools-are-using-khan-academy-

[3] [Online] Dostupno na: https://www.udacity.com/

[4] [Online] Dostupno na: https://www.coursera.org/

[5] Predavanje o MOOC obrazovanju na Danu slobodnog softvera u Beogradu, 2012. [Online] Dostupno na: http://www.youtube.com/watch?v=xzO6OEhV8MM

[6] Aspekti masovnih otvorenih onlajn kurseva. [Online] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course

[7] L.Breslow, D.E. Pritchard, J. DeBoer, G.S. Stump, A.D. Ho i D.T. Seaton, „Studying Learning in the Worldwide Classroom, Research into edX's First MOOC“, *Research & Practice in Assesment*, 2013.

[8] [Online] Dostupno na: http://web.mit.edu/newsoffice/2012/mitx-edx-first-course-recap-0716.html

[9] [Online] Dostupno na: http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html

Solar Tree Project

A. Kavaz, S. Hodžić, T. Hubana, S. Ćurevac, N. Đozić, H. Merzić, H. Tanković, K. Dervišević, E. Alihodžić, E. Sikira, D. Rahić, N. Kavazović, F. Tanković, B. Šestan

Abstract - Solar tree project was initiated by the SB IEEE IAS (Student Branch IEEE Industrial Applications Society) at the University of Sarajevo. Solar tree is a metal construction that resembles a real tree. Solar panels are mounted on top of each branch. Generated energy will be available to everyone and it'll be used for charging batteries of mobile phones and portable computers.

This paper describes the necessary steps required for a successful completion of this project. Additionally, this paper discusses benefits of this project for the students and the community.

A part of this paper describes an original solution for the solar tree, along with necessary calculations, technical specifications, basic characteristics, working principle and 3D rendering of the chosen design at its future location.

The area around the solar tree would become a place where students and their friends can gather to recharge their devices and, at the same time, while they wait, exchange ideas, advices and their experiences with each other.

I. INTRODUCTION

Solar tree represents a metal construction that resembles a real tree. Solar panels are put on top of its "branches". Utilizing the sunlight energy, solar panels produce electric energy which is then used for charging batteries of mobile phones, tablets, laptops etc. and, additionally, as an element of street lighting. Its attractive and modern design will complement the public areas of our campus and it'll be integrated completely into the architectural design of the Faculty of Electrical Engineering (ETF) at the University of Sarajevo, thus allowing all students and visitors on campus to freely use its resources. Alongside the promotion of renewable sources of energy, Solar tree also promotes the use of energy efficient technologies, ie. LED street lighting.

Almedin Kavaz, Sidik Hodžić, Tarik Hubana, Semra Ćurevac, Naida Đozić, Haris Tanković, Kenan Dervišević, Emir Alihodžić, Emina Sikira, Damir Rahić, Nihad Kavazović, Belma Šestan are with the Department of Electric Power Engineering, Faculty of Electrical Engineering, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne bb, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, E-mail: akavaz1@etf.unsa.ba,

Hamza Merzić is with the Department of Automatic Control and Electronics, Faculty of Electrical Engineering, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne bb, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, E-mail: hmerzic1@etf.unsa.ba

Faris Tanković is with the Department of Telecommunication, Faculty of Electrical Engineering, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne bb, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, e-mail: ftankovic1@etf.unsa.ba

II. PLANNED ACTIVITIES

Solar tree represents an autonomous photovoltaic system. It is equipped with a system of solar panels which, as long as they're illuminated by the sunlight, produce voltage at their respective endings. That voltage can then be used for charging batteries. Accumulated energy from those batteries is then used for various purposes. Neglecting the necessary replacement of the batteries every few years, electric energy produced by this system is completely cost-free. Additional automatic control of charging and discharging process of the batteries can guarantee maximum lifetime of the batteries.

Realization of the project compromises of many additional activities, all of which will be carried out by the members of our SB IEEE IAS (*Student Branch IEEE Industrial Applications Society*). This means that complete project will be done by the students and supervised by the assistants and proffesors at the Faculty of Electrical Engineering in Sarajevo. These activities range from writing documentation for the project and securing the necessary funding, to doing various calculations and making design choices.

III. PROJECT GOALS

Although we are witnessing constant advancement of the technologies used in battery construction, the problem of fast battery discharge in mobile phones and portable computers is still present. Unfortunately, as of today, we still don't have an adequate solution for this problem. The implementation of this project would, at least a little, simplify this problem for the majority of the population at our campus that uses these devices regularly. The area around the solar tree would become a place where students can gather to recharge their devices and, at the same time, while they wait, exchange ideas, advices and their experiences with other colleagues.

In accordance with everything that's been said previously, we divided our goals into two groups which are given below.

A.Goals related to community:

- Encouragement of the ideas that improve the quality of life of members in the community

- Promotion of students' involvement in useful community work
- Promotion of the renewable sources of electric energy
- Promotion of the ecological awareness in our community

B.Goals related to students:

- Practical application of theoretical knowledge
- Mastering all phases of project development
  - Making project documentation
  - Doing technical calculations
  - Securing the necessary funding
  - Final realization of the project
- Development of organizational skills
- Experience in working in a team
- Chance to express their creativity
- Broadening the horizons by being involved in extracurricular activities and overall, helping in creating a better, more able and ecologically aware future engineers and workers

By working on this project, students will get a chance to gain skills and knowledge they couldn't get in the classroom, in current educational system in Bosnia and Herzegovina. This is an excellent opportunity for the practical application of theoretical knowledge gained in the classes that couldn't otherwise be applied due to the lack of the necessary laboratory equipment and the overall financial crisis.

Campus of the University of Sarajevo is an ideal location for the solar tree because of a large number of students passing through every day. Also, it is a good location because this solar tree could potentially become an inspiration for some future students. They could try to build similar or more challenging tasks as they will constantly be reminded that, by combining a little ingenuity with the knowledge gained at the university, it is possible to design and build useful projects.

IV. Characteristics and Design

It is a known fact that everyone today can utilize solar energy. Sunlight reaches Earth's surface regardless of weather conditions, but its intensity is reduced by passing through the clouds (we call it diffused light or indirect radiation). Direct radiation is a lot stronger, as sunlight reaches Earth's surface without being blocked by the clouds. Enough sunlight reaches Earth's surface to be used for electric energy production even at locations with a lot of foggy days.

One photovoltaic cell is compromised of two or more thin layers of semiconducting material, usually made of silicon (Si). Under the silicon layer, there is a thin conducting layer made of metal. When silicon is exposed to sunlight, electrons are knocked loose from their atoms, causing electric potential difference. As a result, direct current (DC) starts to flow through the material in order to cancel out the potential difference (Figure 1). Due to the special composition of solar cells, the electrons are only allowed to move in a single direction. Photovoltaic modules will also function during cloudy days, but with reduced output power.

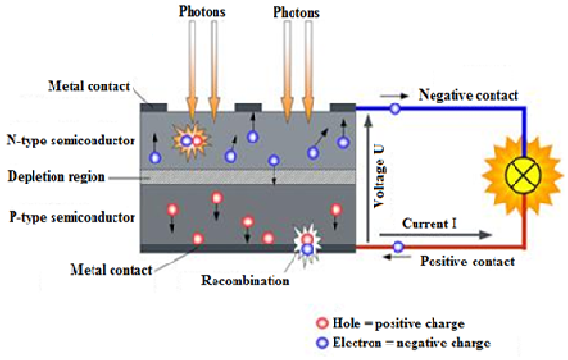


Fig. 1. Working principle of a solar cell

Each branch ending will serve as a mechanical support for a number of monocrystalline solar panels, summing up to 10 overall. Single panel has an output of 80 W, and the diameter of each panel is 1.02 m. This type of panel is able to convert 1000 W/m^2 of the sun's irradiation into 140W on every square meter of its surface. Panels are pointed to the south and their declination is 34° because these are the optimal settings for maximum efficiency at the current location. Figure 2. shows global irradiation levels and electricity potential in Bosnia and Herzegovina, as measured by ECJRC.

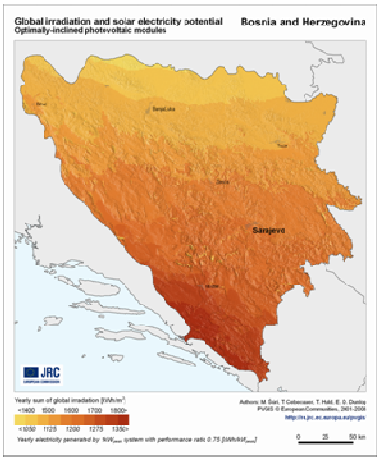


Fig. 2. Global irradiation and solar electricity potential in Bosnia and Herzegovina for optimally inclined photovoltaic modules

Yearly production of the solar three is approximately 1200 kWh/m^2. This is based on the available research on

the subject of solar irradiance and solar electricity potential in Bosnia and Herzegovina, more precisely in Sarajevo, where the solar tree will be located.

The design of this solar tree is solely developed by the students of the Faculty of Electrical Engineering, University of Sarajevo. Figures 3. and 4. show 3D rendering of the design in daylight and at night, respectively.

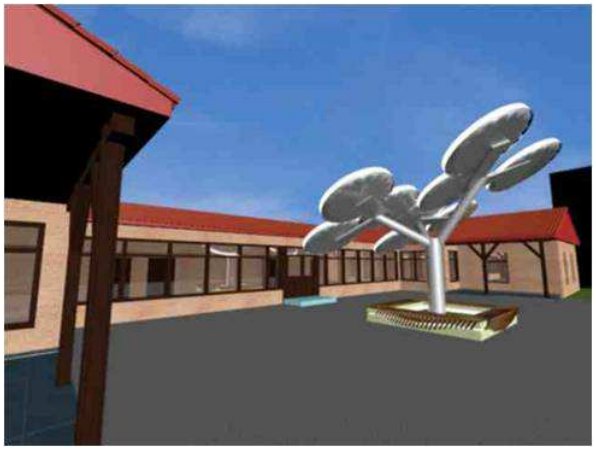


Fig. 3. 3D rendering, daytime variant



Fig. 4. 3D rendering, night time variant

Solar tree will be compromised of 10 solar panels, spread across 3 symmetrical branches, 120° apart from each other. Each branch will have 3 panels mounted on top of it. One branch will be located at the center of the construction and it will support one additional panel. Table I shows efficiency calculation and predictions of the consumption, as well as the list of parts that will be used during the construction of the solar tree.

We have developed a low-cost solar panel monitoring system. The main goal was to create a monitoring system for solar panel energy production based on open source hardware. The system measures the voltage and current of a solar panel and battery. It also measures the current consumption. Everything is connected to the regulator. Current is measured using Hall's sensors, while the voltage is measured by optocouplers. The system is connected to the Internet via the local network at the ETF so that anybody can access and see the data. The data is stored on a 2 GB SD card in a specific, easily readable, format. We have also connected a temperature sensor, which is located near the solar panel to measure the temperature. This measurement can potentially serve as one of the variables in the analysis of the influence of weather conditions on the energy production levels.

TABLE I
SPECIFICATION OF EQUIPMENT THAT WILL BE USED FOR THE PROJECT

Panels: • 10 x 80 W = 800 W • Connection type: 2 panels from every branch in series, then all 5 branches in parallel to achieve a 24 V output • Output: 25 A, 24 V
Batteries: • 4 x 110 Ah (12V), high deep discharge • Connection type: 2 in series, then those groups of two in parallel • Output: 24 V, 220 Ah
Regulator: • PUBC 30 A with display
Inverter: • 24V/900W
Cabling: • Cable 2x4mm^2, cca. 150 m • Safety fuse gPV 10A and breaker switch • Cable 1x16 mm^2 • Load switch 32A/500 VDC • Other small installation equipment (boxes, plugs etc.)
Control switchbox: • Monitoring of the generation and consumption on the basis of the ARDUINO platform • Display showing current readings • Remote control via GSM module
Other: • Installation of Wi-Fi hotspot • LED

Also, a Windows application for result analysis, plotting and real time monitoring is currently being developed. This monitoring system can further be used for the optimal usage control of solar panels and for the collection of statistical data about solar energy potentials of selected areas.

Solar tree use scenario was worked out in order to address certain points raised during the discussions about

the project. If we assume 4 hours of sunlight at the place of installation, and the irradiance of around 1000 W/m^2, we can expect the production of 3200 Wh daily.

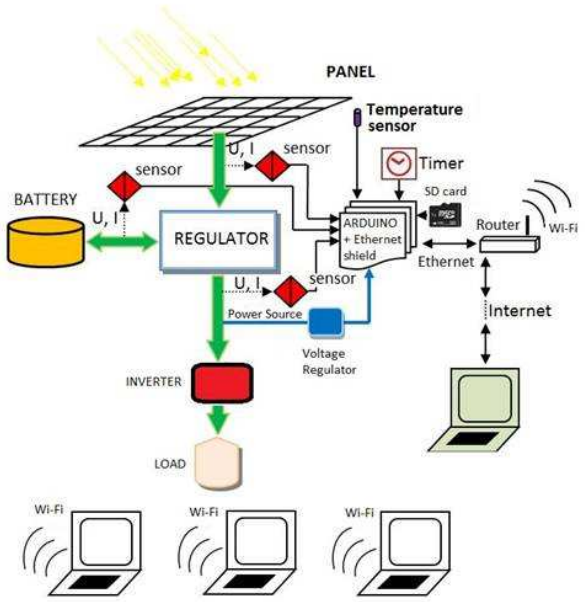


Fig. 5. Schematic illustration of the whole system

Batteries can accumulate energy of approximately 5280 Wh, which should be adequate for normal operation of solar tree in case of 3 or 4 cloudy days in a row. Plan is to install 6 plugs. The assumed load of each plug is 60 W, summing up to 360 W overall. With full battery capacity, this consumption level and the consumption of the system itself (around 150W), the solar tree could be sustained for about 10 hours (4 days of 2.5h average use), which is considered as an acceptable autonomy time. Expected yearly production is around 1170 kWh approximately.

Also, calculations of the lighting that will be used to illuminate the area around the tree were performed. Each of the six branches will produce cca. 1200 lx. This will be achieved by using 20 diodes (1W LED, color cool white), mounted on every branch.

V. Conclusion

Members of the IEEE IAS Student Branch at the University of Sarajevo expect that realization of this project will promote the idea of the use of renewable sources of energy, more precisely the solar energy. Our community doesn't value enough the use of renewable sources of energy. Because of that, it is very important to try to make an impact on the society through this project, more specifically on students, so that they can recognize the importance of the renewable energy sources and its positive impact on our environment.

Students will also gain valuable practical skills by working on this project. They will be able to make connections between the theoretical background and the actual application of those principles. The plan is to build a complete system that will monitor current energy generation and consumption of the solar tree. This data will be displayed using a display mounted on the solar tree, and it will be accessible via web application or any Android device.

All students will also have chance to do some team work, directly or indirectly, and participate in creation of the project documentation, technical calculations and the overall design, which will surely be useful in future projects that they'll work on.

This project will serve as an introduction of IEEE IAS Student Branch of the University of Sarajevo to all students who currently are not members of our branch. This project will present them the possibilities and challenges offered by our branch. We expect this to be a magnet for new members. Also, government and non-government organizations will be exposed to the work of our branch, which will help us in securing funding and realization of future projects.

Acknowledgement

The authors would like to express their sincere appreciation to their teaching assistants Bojan Nikolić and Vedad Bečirović, both currently working at the Faculty of Electrical Engineering, University of Sarajevo, for their generous support, enthusiastic guidance and help during the work on this paper.

References

[1] Richard J. Komp, *Practical Photovoltaics: Electricity From Solar Cells*, Aatec publications, Third Edition Revised, 2001
[2] Jenny Nelson, *The Physics of Solar Cells*, Imperial College Press, 2003
[3] Solar Tree Documentary, http://www.motionlab.at/projects/content-production/solar-tree-documentary/
[4] Solar Tree Foundation, http://solartree.org/index.html
[5] Solar Tree – Artemide, http://www.artemide.us/pdfs/solartree.pdf

Matematički modeli za analizu prelaznih pojava sinhronog generatora

P. Dejanović, B. Brković, Z. Lazarević

Sadržaj – U ovom radu opisani su matematički modeli za analizu prelaznih pojava kod sinhronog generatora. Modeli su različitog reda, složenosti i preciznosti. Kako bi se izvršila uporedna analiza različitih modela i procenila opravdanost primene modela nižeg reda, sprovedena je digitalna simulacija u programskom paketu MATLAB. Analiza je sprovedena za trofazni kratak spoj na krajevima generatora, što predstavlja kritičan slučaj sa aspekta tranzijentne stabilnosti. Dobijeni rezultati su grafički predstavljeni i izneta je odgovarajuća diskusija.

Ključne reči – sinhroni generator, prelazna pojava, tranzijentna stabilnost.

I. UVOD

U elektroenergetici, problem stabilnosti se tradicionalno odnosi na održavanje sinhronizma u sistemu. Kako rad sistema zavisi od sinhronih generatora, neophodan uslov za stabilan rad sistema je da svi generatori u sistemu ostanu u sinhronizmu. Postoje različita stanja i poremećaji koji mogu dovesti do gubitka sinhronizma. U zavisnosti od tipa poremećaja koji se razmatra, problem analize stabilnosti mogu se u osnovi podeliti u dve grupe: stabilnost na male poremećaje (statička stabilnost) i stabilnost na velike poremećaje (tranzijentna ili dinamička stabilnost). Pri kratkom spoju na krajevima generatora, dolazi do velikog debalansa na vratilu agregata, pošto dovedena mehanička snaga ostaje konstantna, što uzrokuje oscilacije rotora.

Problem stabilnosti na male poremećaje tretira stabilnost generatora u slučajevima kada dolazi do malih otklona ugla rotora u odnosu na stacionarno stanje. Kriterijum stabilnosti je pozitivan izvod snage generatora po uglu rotora. U analizi ovakvih problema koristi se linearizovan pristup.

Problem tranzijentne stabilnosti vezan je za velike poremećaje, kao što su kratak spoj u blizini generatora, ispad voda, naglo povećanje ili naglo smanjenje opterećenja itd. U ovakvim slučajevima, otkloni ugla rotora su veliki, te dolazi do značajnih mehaničkih oscilacija koje mogu dovesti do gubitka sinhronizma. Pristup koji se koristi u analizi stabilnosti na velike poremećaje podrazumeva primenu manje ili više složenih modela generatora, koji se sastoje iz seta algebarskih i diferencijalnih jednačina. Najčešće se vrši analiza za slučaj trofaznog kratkog spoja, koji je kritičan sa aspekta tranzijentne stabilnosti.

P. Dejanović je student na Energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija

Z. Lazarević je redovni profesor na Energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija

B. Brković je asistent na Energetskom odseku Elektrotehničkog fakulteta, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija

II. MODELI SINHRONOG GENERATORA

A. Model šestog reda

Ovaj model sinhronog generatora se na osnovu [1] može opisati sledećim sistemom jednačina:

$$M\Delta\dot{\omega} = P_m - P_e \tag{1}$$

$$\dot{\delta} = \Delta\omega \tag{2}$$

$$T'_{d0}\dot{E}'_q = E_f - E'_q + I_d(X_d - X'_d) \tag{3}$$

$$T'_{q0}\dot{E}'_d = -E'_d - I_q(X_q - X'_q) \tag{4}$$

$$T''_{d0}\dot{E}''_q = E'_q - E''_q + I_d(X'_d - X''_d) \tag{5}$$

$$T''_{q0}\dot{E}''_d = E'_d - E''_d - I_q(X'_q - X''_q) \tag{6}$$

Ovde je: M rezultantni (ukupni) moment, $\Delta\omega$ devijacija ugaone brzine, P_m mehanička snaga turbine, P_e električna snaga (zazora), δ rotorski ugao, T''_{d0} i T'_{d0} su subtranzijentna i tranzijentna vremenska konstanta (pobudnog namotaja) po d-osi za otvoren stator, T''_{q0} i T'_{q0} su subtranzijentna i tranzijentna vremenska konstanta po q-osi (kod generatora sa rotorom od punog čelika, rotorske vrtložne struje imaju značajnu ulogu u prigušenju po q-osi, što se modeluje uvođenjem dodatnog namotaja po q-osi, pa postoji i T'_{q0}), E_f elektromotorna sila pobudnog namotaja, E_d i E_q su unutrašnje elektromotorne sile po d i q osi koje deluju iza sinhronih reaktansi X_d i X_q, I_d i I_q su odgovarajuće struje sinhronog generatora po d i q-osi, E'_d i E'_q su tranzijentne elektromotorne sile sinhronog generatora iza X'_d i X'_q koje predstavljaju

tranzijentne reaktanse po d i q-osi, $E_d^{//}$ i $E_q^{//}$ su subtranzijentne elektromotorne sile po d i q-osi koje deluju iza subtranzijentnih reaktansi po d i q-osi $X_d^{//}$ i $X_q^{//}$.

Snaga u vazdušnom zazoru se može izračunati pomoću:

$$P_e = \left(E_d^{//} I_d + E_q^{//} I_q\right) + \left(X_d^{//} - X_q^{//}\right) I_d I_q \tag{7}$$

B. Model petog reda

U ovom modelu je efekat vihornih struja tela rotora po q-osi zanemaren, pa je $X_q^{/} = X_q$ i $E_d^{/} = 0$. Transformatorska EMS armaturnog namotaja je zanemarena. Jednačina (4) je izostavljena iz seta jednačina šestog reda, čime se dobija set od pet jednačina na osnovu [1] :

$$M\Delta\dot{\omega} = P_m - P_e \tag{8}$$

$$\dot{\delta} = \Delta\omega \tag{9}$$

$$T_{d0}^{/}\dot{E}_q^{/} = E_f - E_q^{/} + I_d(X_d - X_d^{/}) \tag{10}$$

$$T_{d0}^{//}\dot{E}_q^{//} = E_q^{/} - E_q^{//} + I_d(X_d^{/} - X_d^{//}) \tag{11}$$

$$T_{q0}^{//}\dot{E}_d^{//} = E_d^{/} - E_d^{//} - I_q(X_q^{/} - X_q^{//}) \tag{12}$$

C. Model četvrtog reda

U ovom modelu uticaj prigušnih namotaja je zanemaren i jednačine (5) i (6) se mogu izbaciti iz celog seta jednačina. Generator je predstavljen tranzijentnim EMS $E_q^{/}$ i $E_d^{/}$ iza tranzijentnih reaktansi $X_q^{/}$ i $X_d^{/}$ kao što je definisano jednačinama:

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_d^{/} \\ E_q^{/} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R & X_q^{/} \\ -X_d^{/} & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} \tag{13}$$

Električna snaga vazdušnog zazora je:

$$P_e = \left(E_d^{/} I_d + E_q^{/} I_q\right) + \left(X_d^{/} - X_q^{/}\right) I_d I_q \tag{14}$$

Kako je prigušni namotaj zanemaren, snaga vazdušnog zazora računata po ovoj jednačini ne uzima u obzir asinhroni moment izazvan prigušnim namotajima. Zbog toga, prigušni koeficijent treba uvećati za iznos koji odgovara prosečnom asinhronom momentu, odnosno snazi. Ima se iz [1] sledeće:

$$M\Delta\dot{\omega} = P_m - P_e \tag{15}$$

$$\dot{\delta} = \Delta\omega \tag{16}$$

$$T_{d0}^{/}\dot{E}_q^{/} = E_f - E_q^{/} + I_d(X_d - X_d^{/}) \tag{17}$$

$$T_{q0}^{/}\dot{E}_d^{/} = -E_d^{/} - I_q(X_q - X_q^{/}) \tag{18}$$

D. Model trećeg reda

Ovaj model je sličan modelu četvrtog reda. Razlika je u tome što se kod ovog modela pretpostavlja da je tranzijentna EMS po d-osi $E_d^{/}$ konstantna. Zanemaruje se i prigušenje uzrokovano vrtložnim strujama tela rotora. Ako nema namotaja po kvadraturnoj q-osi koji predstavlja telo rotora, onda je $E_d^{/} = 0$, $X_q^{/} = X_q$ i važi:

$$P_e = E_q^{/} I_q + \left(X_d^{/} - X_q\right) I_d I_q \tag{19}$$

Kao i kod modela četvrtog reda, efekat prigušnih namotaja je zanemaren i njihov uticaj se mora uzeti u obzir uvećanjem vrednosti prigušnog koeficijenta u jednačini oscilovanja. Model je opisan trima diferencijalnim jednačinama:

$$M\Delta\dot{\omega} = P_m - P_e \tag{20}$$

$$\dot{\delta} = \Delta\omega \tag{21}$$

$$T_{d0}^{/}\dot{E}_q^{/} = E_f - E_q^{/} + I_d(X_d - X_d^{/}) \tag{22}$$

E. Model drugog reda (klasični model)

Klasični model sinhronog generatora ima široku upotrebu pri uprošćenoj analizi dinamike elektroenergetskog sistema, pretpostavlja se da se ni armaturna struja po d-osi I_d, ni unutrašnja EMS E_f, ne menjaju mnogo tokom tranzijentnog perioda. U ovom modelu generator je predstavljen konstantnom EMS $E^{/}$ iza tranzijentne reaktanse $X_d^{/}$ i jednačinama oscilovanja:

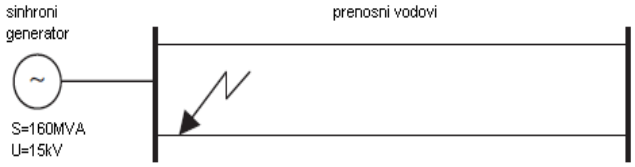
$$M\Delta\dot{\omega} = P_m - P_e - D\Delta\omega \tag{23}$$

$$\dot{\delta} = \Delta\omega \tag{24}$$

Pretpostavka da se direktna komponenta generatorske struje i interna EMS malo menjaju, znači da se samo generatori locirani daleko od tačke poremećaja mogu predstaviti klasičnim modelom.

III. DIGITALNA SIMULACIJA U MATLAB-U

U prethodnom odeljku prikazani su modeli sinhronog generatora. Modeli su bili različitog reda, gde je model višeg reda složeniji, ali i precizniji od modela nižeg reda. Jednačine koje opisuju ove modele su iskorišćene za simulaciju u MATLAB-u koja kao rezultat daje grafike zavisnosti električne snage, ugla, odstupanja brzine i napona od vremena t. Ovde su obrađeni kodovi za modele šestog i četvrtog reda. Sistem koji se analizira sastoji se od sinhronog generatora nominalne snage 160 MVA i nominalnog napona 15 kV, koji je dvostrukim vodom povezan na sabirnice beskonačne snage, kao što je prikazano na slici 1. Parametri generatora za koji je rađena simulacija za model četvrtog reda su na osnovu [3] dati u tabeli 1.



Slika 1. Sinhroni generator i sistem za koji se vrši digitalna simulacija

Što se tiče parametara generatora za model šestog reda, treba imati u vidu da se u ovom modelu uvažava uticaj prigušnih namotaja, tako da je efekat prigušenja obuhvaćen jednačinama modela i nije potrebno uvoditi koeficijent prigušenja. Parametri koje treba dodati parametrima iz [3] su: $T_{d0}^{//} = 0.04\text{s}$, $T_{q0}^{//} = T_{d0}^{//}$, $X_d^{//} = 0.24\text{r.j.}$ i $X_q^{//} = 0.24\text{r.j.}$ Dodatni parametri su preuzeti od mašine iz [4] čije su karakteristike približne karakteristikama posmatranog sinhronog generatora. Značenja pojedinih vremenskih konstanti i njihove oznake su u skladu sa [2].

Rezultati digitalnih simulacija su dati na slikama 2,3 i 4. Sa dijagrama zavisnosti brzine od vremena vidi se da je relativna greška koju pravi model četvrtog reda u odnosu na model šestog reda oko 10%. Takođe, postoji odstupanje između maksimalnih vrednosti električne snage. Maksimalna vrednost ugla dobijena pomoću modela četvrtog reda je 114º, a pomoću šestog reda 120º, pa je očigledno da model četvrtog reda može dovesti do pogrešnog zaključka, koji bi bio koban po stabilnost sinhronog generatora, pa samim tim i po stabilnost EES-a.

Parametri iz Tabele I su:

P_0 – izlazna aktivna snaga u početnom trenutku

Q_0 – izlazna reaktivna snaga u početnom trenutku

V_0 – napon na krajevima generatora u početnom trenutku

R_a – aktivan otpor armaturnog namotaja

R_e – ekvivalentna otpornost prenosnih linija

x_d –reaktansa po d-osi

x_q – reaktansa po q-osi

$x_d^{'}$ – tranzijentna reaktansa po d-osi

$x_q^{'}$ – tranzijentna reaktansa po q-osi

$T_{d0}^{'}$ – vremenska konstanta otvorenog kola po d-osi

$T_{q0}^{'}$ – vremenska konstanta otvorenog kola po q-osi

K_E – priraštaj pobude

$E_{fd\,\min}$ – minimalna EMS pobude

$E_{fd\,\max}$ – maksimalna EMS pobude

T_E – vremenska konstanta priraštaja pobude

K_F – koeficijent priraštaja stabilizacionog kola

T_{FE} – vremenska konstanta stabilizacionog kola

D – koeficijent prigušenja

M – inerciona konstanta generatora

K_{RH} – priraštaj ponovnog zagrevanja

ω_0 – ugaona brzina polja

T_{RH} –vremenska konstanta ponovnog zagrevanja

T_{CH} – vremenska konstanta isparavanja

T_{SR} – vremenska konstanta releja brzine

K_G – koeficijent releja brzine

T_{SM} – vremenska konstanta releja brzine

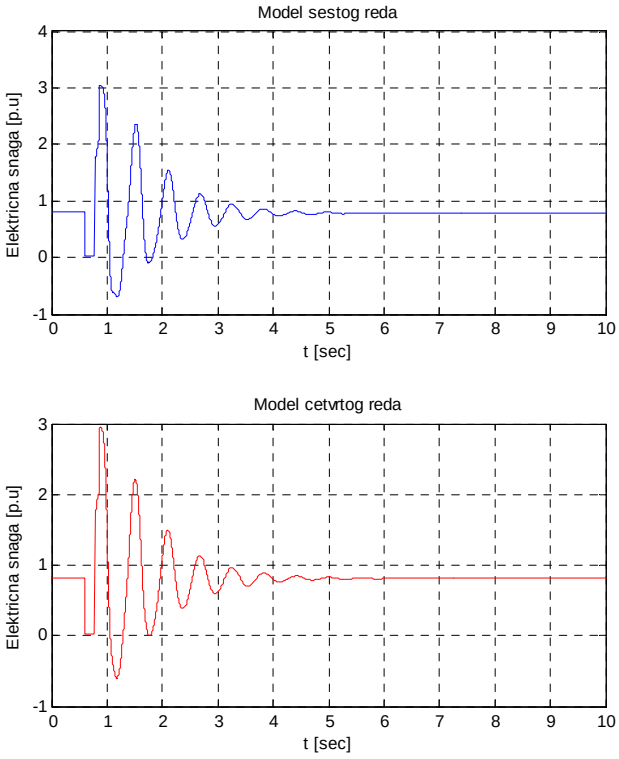
ω_R – početna ugaona brzina rotora

U primenjenim modelima su uzeti u obzir različiti koeficijenti i vremenske konstante (priraštaj pobude, vremenska konstanta priraštaja pobude, koeficijent priraštaja stabilizacionog kola, vremenska konstanta stabilizacionog kola, koeficijent priraštaja ponovnog zagrevanja, zatim vremenske konstante ponovnog zagrevanja, isparavanja, servomotora i releja brzine, kao i koeficijent releja brzine) kako bi modeli bili što realniji, a time i upotrebna vrednost rezultata digitalne simulacije veća.

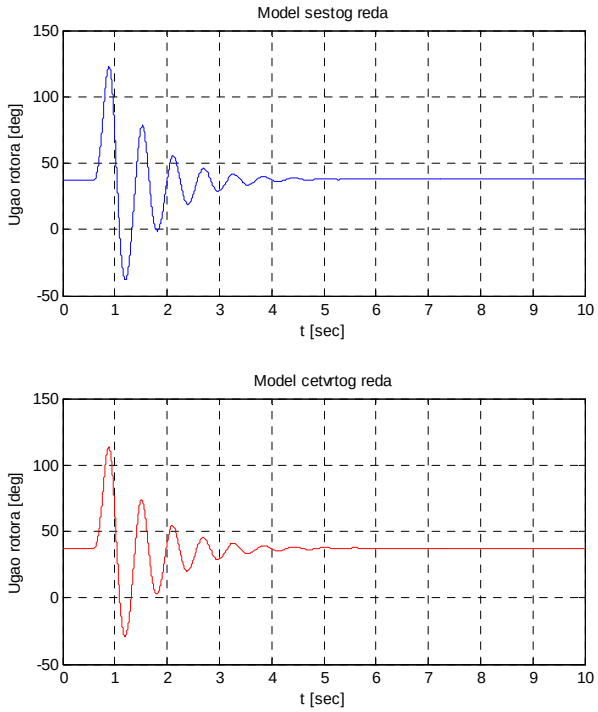
TABELA I

PARAMETRI GENERATORA ZA KOJI JE RAĐENA SIMULACIJA

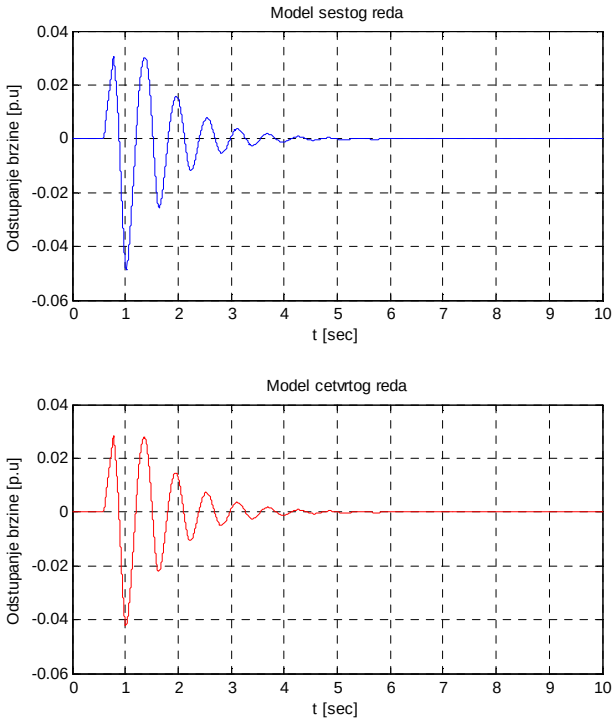
P_0	:0.8	$x_d^{'}$	:0.245
Q_0	:0.496	x_e	:0.2
V_0	:1	$T_{d0}^{'}$	:5.9 s
R_a	:0.001096	$T_{q0}^{'}$	:0.075 s
R_e	:0.01	K_E	:400
x_d	:1.7	$E_{fd\,\min}$	:-4.5
x_q	:1.64	$E_{fd\,\max}$	:4.5
T_E	:0.05 s	T_{RH}	:8 s
K_F	:0.025	T_{CH}	:0.05 s
T_{FE}	:1 s	T_{SR}	:0.1 s
D	:3	K_G	:3.5
M	:4.74	T_{SM}	:0.2 s
K_{RH}	:0.3	ω_r	:1
ω_0	:1		



Slika 2. Grafici zavisnosti električne snage od vremena



Slika 3. Grafici zavisnosti ugla od vremena



Slika 4. Grafici zavisnosti odstupanja brzine od vremena

IV. ZAKLJUČAK

Pri izboru modela koji će se koristiti u konkretnom slučaju, treba uvažiti više faktora: parametri generatora i mreže, udaljenost mesta kvara, zahtevana preciznost i brzina proračuna, oblast primene (planiranje sistema, *online* aplikacije, *post-festum* analize). Sa aspekta preciznosti proračuna, najbolje je koristiti model šestog reda, kao model koji je opisan kompletnim sistemom diferencijalnih jednačina, odnosno koji uvažava efekte svih namotaja generatora. Međutim, ovaj model je zahtevniji od ostalih sa aspekta trajanja proračuna, pa se kod analize udaljenih kvarova i u pojedinim *online* primenama, da bi se obezbedilo brže rešenje u kompleksnom sistemu, model generatora može uprostiti zanemarenjem efekta prigušnih namotaja iz električnih jednačina, kao kod modela četvrtog i trećeg reda. Opravdanost primene ova dva modela je u nekim slučajevima diskutabilna. U konkretnom slučaju je analiziran najkritičniji scenario, odnosno trofazni kvar na samom početku jednog od dva paralelno vođena voda, odnosno na generatorskim sabirnicama. Pokazalo se da upotreba modela četvrtog reda u ovakvom slučaju nije opravdana, pa se na ovaj model ne bi trebalo oslanjati ukoliko je moguće primeniti neki od modela višeg reda.

ZAHVALNICA

Najveću zahvalnost za nastanak ovog rada dugujem profesorima i asistentima sa predmeta Sinhrone mašine, Električne mašine i Analiza elektroenergetskih sistema. Veliki deo zasluga pripada i ostalim profesorima i saradnicima sa Odseka za energetiku, na pruženom znanju, bez kojeg ne bi bilo moguće sprovesti detaljnu analizu problema, koja podrazumeva razumevanje fizike problema i primenu složenih matematičkih aparata.

LITERATURA

[1] Jan Machowski, Janusz W. Bialek, James R. Bumby: *"Power System Dynamics: Stability and Control"*, Second Edition, Jonh Wiley & Sons, 2008.

[2] Milenko Đurić: *"Visokonaponska postrojenja"*, Beopres, Beograd, 2009.

[3] Demiroren and H. L. Zeynelgil: *"Modeling and simulation of synchronous machine transient analysis using SIMULINK"*, Electrical Engineering Department, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

[4] Nikola Rajaković: *"Analiza elektroenergetskih sistema II"*, Akademska misao, Beograd, 2008.

Napredne CSS3 2D i 3D tehnike transformacije

M. G. Jeremić, D. Jeremić, N. Mitrović

Sadržaj - Prošli su dani Flash-u i GIF slikama za kreiranje animirane grafike. Došlo je vreme da se pokažu neke od najboljih mogućnosti CSS3. CSS3 transformacije se primenjuju na Internetu već neko vreme. Pregledači kao što su Mozilla, Google Chrome i Opera imaju punu podršku za CSS3 2D i 3D transformacione tehnike. U ovom radu biće prikazane CSS3 2D i #D transformacione tehnike i različite funkcije transformacije. CSS animacije su jednostavnije u poređenju sa–GIF slikama i Flash sadržajima na web stranicama.

I. CSS3 2D TRANSFORMACIJE

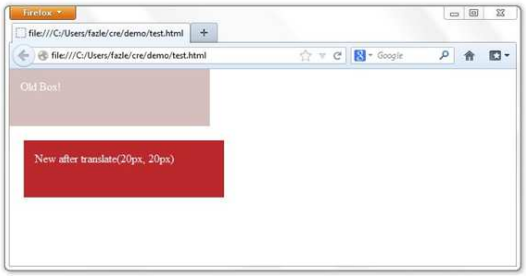
CSS3 2D transformacija daje više slobode za dekoraciju i animaciju HTML komponente. Postoji više mogućnosti za dekoraciju teksta i animacije sa opcijama za ukrašavanje div elemenata. CSS3 2D transformacija sadrži osnovne funkcije:

- translate ()
- rotate ()
- scale()
- skew()
- matrix()

Translate

Upotreba translate () funkcije, može da premesti div i tekst iz svoje prvobitne pozicije na bilo koju x-y koordinatu bez uticaja na druge komponente HTML stranice. Na primer, sledeći kod prevodi element div 20px u x-smeru i 20px u y-smeru (slika 1):

```
div{
   transform: translate(20px,20px);
}
```



Slika 1. Efekti primene Translate funkcije.

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

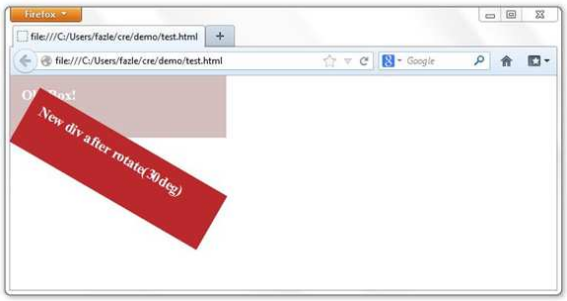
N. Mitrović, učenik II razreda Knjaževačke gimnazije opšteg smera, Srbija, E-mail: nikola3u1@gmail.com

Prethnodni kod prevodi element div 20px u x-smeru i 20px u y-smeru. X-Y koordinate u pretraživačima nisu iste kao u geometriji. (0,0) koordinata se odnosi na gornji levi ugao.pretraživača. CSS3 transformacija nije u potpunosti prihvaćena od strane svih pretraživača Za pregledače kao što su Opera, Chrome i stariji Firefox, moraju da se koristite *–WebKit*, *–moz* i *–o* prefiksi kao transformacione osobine.

Rotate

Rotate transformaciona funkcija rotira određeni HTML element u datoj meri. Rotacija u smeru kazaljke na satu počinje od 0 do 360 stepeni. Rotacija se vrši u x-y ravni. Primer primene ove funkcije prikazan je na slici 2.

```
div{
   transform: rotate(30deg);
}
```

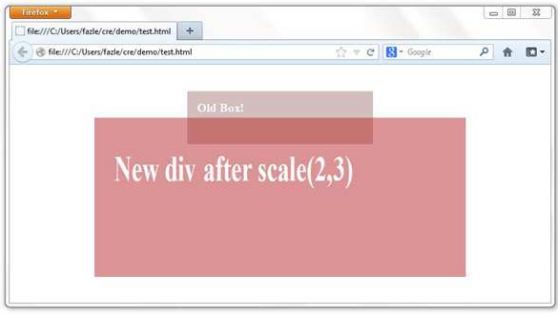


Slika 2. Efekti primene Rotate funkcije.

Scale

Scale funkcije skalira stari div u novoj veličini kao što ilustruje slika 3. Ovo skaliranje se odvija u x i y pravcu. Parametrima funkcije scale() definiše se veličina skaliranja.

```
div{
   transform: scale(2,4);
}
```



Slika 3. Efekti primene Scale funkcija.

Skew

Kada se skew transformaciona funkcija primenjuje na element, element se savija pod određenim uglom kao što je predviđeno u listi parametara. Mora da se odredi vrednost ugla za x-smer, kao i za y-smer.

```
div{
   transform: skew(30deg,20deg);
}
```



Slika 4. Efekti primene Skew funkcija.

Matrix

Rad matrix transformacione funkcije je da se kombinuju sve gore 2D transformacione funkcije u jednu osobinu. Vrednosti su u obliku linearne matrice.

```
div{
   transform: matrix(1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0);
}
```

II. CSS3 3D Transformacije

3D transformacije obuhvataju z-osu transformacije HTML elemenata. Proći će se kroz svaki od novih karakteristika koje se koriste u 3D transformacionim tehnikama.

translate3d (<translation-value> , <translation-value>, <length>) : definiše 3D translaciju. Potrebno je uneti tri parametra sa x, y i z vrednostima. Z vrednost određuje translaciju na z-osi.

translateZ (<length>) : Definiše translaciju samo u z-pravcu , koristite ovu funkciju transformacije. Deluje slično kao translateX() i translateY().

scale3d (<number> , <number> , <number>) : Ova funkcija radi skaliranje u sve tri dimenzije. Potrebno je uneti tri parametra kao sx, sy i sz. Svaka vrednost definiše skaliranje u odgovarajućem pravcu.

scaleZ (<number>) : Baš kao i za translate() funkciju, postoji i scaleZ() funkcija koja definiše skaliranje samo u jednom smeru, odnosno z- smeru. ScaleX() i scaleY() funkcije rade na sličan kao i scaleZ(), ali u svojim smerovima.

rotate3d (<number> , <number> , <number> , <angle>) : rotira jedan HTML element na osnovu zadatog ugla koji se nalazi u poslednjem parametaru u [TX , TY, TZ] vektoru određen sa prva tri broja.

rotateX(<angle>) , rotateY(<angle>) i rotateZ (<angle>) uzimaju jednu vrednost ugla za rotiranje u odgovarajućem pravcu.

Na primer, rotate3d (1,0,0,30deg) jednaka je rotateX (30deg) , rotate3d (0,1,0,30deg) jednak rotateY (30deg) i rotate3d (0,0,1,30deg) je jednaka da rotateZ (30deg).

Perspective

Glavni deo 3D transformacije pomoću CSS je perspektiva . Da bi se aktivirao 3D prostor korišćenjem 3D transformacije potrebno je da on bude aktiviran. Ova aktivacija se može uraditi na dva načina i to:

```
transform:perspective(500px);
```

ili

```
perspective:500px.
```

Funkcionalna notacija se koristi za aktiviranje jednog elementa, dok se drugi element u notaciji se koristi za primenu perspektive sa više elemenata u isto vreme.

Transform-style

Ovo je još jedan važan objekat u 3D prostoru . Potrebno je saopštiti dve vrednosti: *preserve*-3D ili *flat*. Kada je transformaciona opcija *preserve*-3d upotrebljena onda ona govori browser-u da podređeni element treba da bude postavljen u 3D prostoru. S druge strane, kada je vrednost te osobine *flat*, to ukazuje da su podređeni elementi prisutni u ravni samog elementa.

Početak praktičnog rada

Pokušaćemo da aktiviramo 3D prostor i primenimo 3D transformacije različitih funkcija kao što je gore navedeno. U nastavku programa ćemo stvoriti plavi kvadrat figuru, a zatim okrenemo za 30 stepeni u odnosu na y osu. Na slici 5 može se videti primer dat sledećim kodom:

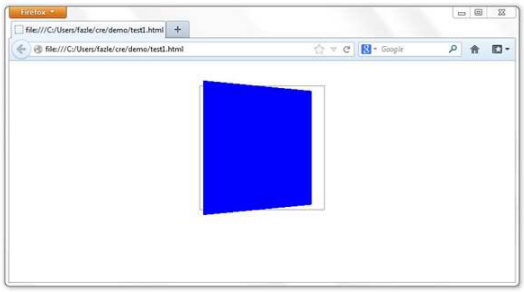
HTML kod 1:

```
<section id="blue" class="container">
   <div></div>
</section>
```

CSS kod 1:

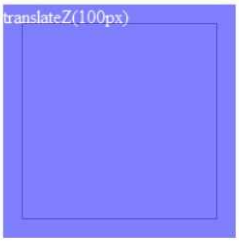
```
/* styling a container of size 200px X 200px that will
contain the object */
.container{
   width:200px;
   height:200px;
   margin:40px auto;
   position:relative;
}
/* activating the 3D space */
#blue{
```

```
   perspective: 600px;
}
/* coloring the box and rotating it by 30 degrees in the 3D
space */
#blue .box{
   background:blue;
   transform: rotateY(30deg);
   -moz- transform: rotateY(30deg);
   -webkit- transform: rotateY(30deg);
   -o- transform: rotateY(30deg);
}
```



Slika 5. Okretanje plavog kvadrata za 30 stepeni po y osi.

Primenom različitih funkcija translate(), scale() i rotate() menja se orijentacija figure. Slika 6 ilustruje primenu translateZ () transformacije.



Slika 6. Primena TranslateZ funkcije.

III. PRIMERI CSS3 3D TRANSFORMACIJA

1) kartica Flip

Kartica *Flip* ima Apple logo na prednjoj strani i Samsung logo na poleđini, a kada se okreće otkriva SitePoint logo, kao što prikazuje slika 7, slika 8 i slika 9.. Kod je priložen u nastavku.



Slika 7.



Slika 8.



Slika 9.

HTML kod 2:

```
<section class="container">
   <div id="card">
   <figure></figure>
   <figure></figure>
</div> </section>
<a href="#">flip it!</a>
```

CSS kod 2:

```
/* Design container */
.container {
   width: 250px;
   height: 250px;
   position: relative;
   margin: 40px auto;
   border: 1px solid #999999;
   -webkit-perspective: 600px;
   -moz-perspective: 600px;
   -o-perspective: 600px;
   perspective: 600px;
}
```

Kontejner kao trodimenzionalni prostor ima svaku stranu od 250px. Takođe je data margina za postavljenje kontejner u centar ekrana. Za aktiviranje 3D prostora perspektiva je postavljena na vrednost od 600px. Pošto je ovo glavni kontejner, postavljena je slika kao pozadina sa logom SitePoint-a. Kada je formirana kartica *Flips*, pozadina će biti prikazana, kao što je dato u kodu:

CSS kod 3:

```
/* styling card element */
#card {
   width: 100%;
   height: 100%;
   position: absolute;
   -webkit-transition: -webkit-transform 1s;
   -moz-transition: -moz-transform 1s;
   -o-transition: -o-transform 1s;
   transition: transform 1s;
   -webkit-transform-style: preserve-3d;
   -moz-transform-style: preserve-3d;
   -o-transform-style: preserve-3d;
   transform-style: preserve-3d;
}
```

Budući da su širina i visina podešeni na 100%, kartica div uzima dimenzije elementa roditelja kontejnera. Definisano je koliko dugo treba da se obavi transformacija sa tranzicionim osobinama. Na 1s animacije prevrće za 1 sekundu. Transform-style osigurava da deca elementi ove kartice div takođe imaju svoj 3D prostor aktivacije. Ako se 3D prostor matičnog elementa aktivira onda samo njena direktna deca nasleđuju 3D aktivaciju. Dakle, u ovom primeru se transform style-om govori deci deteta div da nasleđuju 3D aktivaciju (CSS kod 3). [1].

CSS kod 4:

```
/* styling figure elements */
#card figure {
   display: block;
   height: 100%;
   width: 100%;
   position: absolute;
   margin:0px;
   -webkit-backface-visibility: hidden;
   -moz-backface-visibility: hidden;
   -o-backface-visibility: hidden;
   backface-visibility: hidden;
}
```

Postavljena je backface-visibility osobina kao skrivena pa je kartica neprozirna i nije transparentna (CSS kod 4) [1].

CSS kod 5:

```
#card .front {

   background: url('apple.jpg');

}

#card .back {
   background: url('samsung.jpg');
   -webkit-transform: rotateY( 180deg );
   -moz-transform: rotateY( 180deg );
   -o-transform: rotateY( 180deg );
   transform: rotateY( 180deg );
}
```

Korišćene su dve slike: apple.jpg i samsung.jpg, kao pozadina za prednje i zadnje figure (CSS kod 5). Potrebno je definisati još jednu klasu "flipped" i podesiti svojstvo transform. Ova klasa će se dinamički postavljati na strani klijenta korišćenjem bilo kog klijent-skriptovanja. U ovom slučaju, koristiće se jQuery. Stilovi klase "Flipped" postavljeni su kao u listingu CSS koda 6.

CSS kod 6:

```
#card.flipped {
   -webkit-transform: rotateY( 180deg );
   -moz-transform: rotateY( 180deg );
   -o-transform: rotateY( 180deg );
   transform: rotateY( 180deg );
}
```

Da bi se pokrenula animacija treba dodati HTML oznaku link ili dugme i podesiti klik događaj kao u listingu jQuery kod 1[2]:

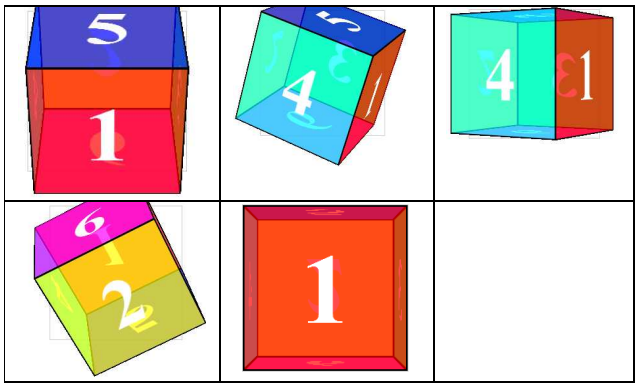
jQuery kod:

```
$(document).ready(function(){
   $("a").click(function(){
      $("#card").toggleClass("flipped");
   });
});
```

Korišćene su klik osobine veze i postavljene za callback funkciju. Zadatak funkcije je da prebaci klasu kartice div na "flipped".

2) Rotiranje 3D kocke

Primer rotiranja 3D kocke podrazumeva postojanje šest lica umesto samo dva. Definiše se stil za svako lice, podešava postavljanje na pravilnu orijentaciju i radi konačna animaciju. Svako lice kocke će pokazati broj lica (slika 10).



Slika 10. Ilustracija rotiranja 3D kocke.

HTML kod 3:

```
<section class="container">
   <div id="cube">
      <figure>1</figure>
      …
   </div>
</section>
<a href=”#”>Rotiraj!</a>
```

Osnovna HTML strukturu kocke data je u listingu HTML kod 3. Glavni div, "kocka" ima šest dete "figura" elemenata za svaku stranu kocke. Sledi opis svake strane kocke, što je ilustrovano CSS kodom 7. Treba aktivirati 3D prostor pomoću perspective osobine. Da bi se tekst pojavio maglovito, čitavu kocku pomerena je za 100px unazad. Kada se dobije 3D nerotirajuća kocka, definiše se stil tranzicije za svaku stranu koristeći jQuery.

CSS kod 7:

```
/* First the container styles */
.container {
   width: 200px;
   height: 200px;
   position: relative;
   -webkit-perspective: 1000px;
   -moz-perspective: 1000px;
   -o-perspective: 1000px;
```

```
   perspective: 1000px;
   margin: 0 auto 40px;
   border: 1px solid #CCC;
}
```

Označimo da smo aktivirali 3D prostor pomoću perspective osobine [3].

CSS

```
#cube {
   width: 100%;
   height: 100%;
   position: absolute;
   -webkit-transform-style: preserve-3d;
   -moz-transform-style: preserve-3d;
   -o-transform-style: preserve-3d;
   transform-style: preserve-3d;
   -webkit-transform: translateZ( -100px );
   -moz-transform: translateZ( -100px );
   -o-transform: translateZ( -100px );
   transform: translateZ( -100px );
   -webkit-transition: -webkit-transform 0.5s;
   -moz-transition: -moz-transform 0.5s;
   -o-transition: -o-transform 0.5s;
   transition: transform 0.5s;
}
```

Za kocke, koristili smo istu *preserve*-3D transformaciju osobina kao što smo uradili u kartici u flip primeru. Još jedna stvar koju smo uradili u ovom primeru je prevođenje cele kocke-100px u z-pravcu. Kasnije u ovom primeru ćemo videti da, prednja strana kocke od 100px u z-pravcu je uvek prevedena 100px na front odnosno prednju stranu. Dakle, da bi se tekst pojavi maglovito, pomerili smo čitavu kocku od 100px unazad [2].

CSS

```
#cube figure {
   width: 196px;
   height: 196px;
   display: block;
   position: absolute;
   border: 2px solid black;
   line-height: 196px;
   font-size: 120px;
   font-weight: bold;
   color: white;
   text-align: center;
   margin:0px;
}
```

Navedeni stilovi će postaviti opšti CSS stil svake strane. Oni treba da budu u kvadrat oderađenih dimenzija i imaju crnu ivicu 2px [2].

CSS

```
/* Applying a unique color to each face */
#cube .front  { background: hsla(   0, 100%, 50%, 0.7 ); }
#cube .back   { background: hsla(  60, 100%, 50%, 0.7 ); }
#cube .right  { background: hsla( 120, 100%, 50%, 0.7 ); }
#cube .left   { background: hsla( 180, 100%, 50%, 0.7 ); }
#cube .top    { background: hsla( 240, 100%, 50%, 0.7 ); }
#cube .bottom { background: hsla( 300, 100%, 50%, 0.7 );
}
```

CSS

```
/* Giving the desired orientation to each side of the cube */
#cube .front {
   -webkit-transform: rotateY(   0deg ) translateZ( 100px );
   -moz-transform: rotateY(   0deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateY(   0deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateY(   0deg ) translateZ( 100px );
}
#cube .back   {
   -webkit-transform: rotateX( 180deg ) translateZ( 100px
);
   -moz-transform: rotateX( 180deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateX( 180deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateX( 180deg ) translateZ( 100px );
}
#cube .right  {
   -webkit-transform: rotateY(  90deg ) translateZ( 100px );
   -moz-transform: rotateY(  90deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateY(  90deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateY(  90deg ) translateZ( 100px );
}
#cube .left   {
   -webkit-transform: rotateY( -90deg ) translateZ( 100px );
   -moz-transform: rotateY( -90deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateY( -90deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateY( -90deg ) translateZ( 100px );
}
#cube .top    {
   -webkit-transform: rotateX(  90deg ) translateZ( 100px );
   -moz-transform: rotateX(  90deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateX(  90deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateX(  90deg ) translateZ( 100px );
}
#cube .bottom {
   -webkit-transform: rotateX( -90deg ) translateZ( 100px );
   -moz-transform: rotateX( -90deg ) translateZ( 100px );
   -o-transform: rotateX( -90deg ) translateZ( 100px );
   transform: rotateX( -90deg ) translateZ( 100px );
}
```

Sada imamo spremnu 3D nerotirajuću kocku za nas. Na kraju moramo da pišemo stil tranzicije za svaku stranu koju će realizovati primenom u pravi čas koristeći jQuery.

CSS

```
#cube.show-front {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateY(    0deg
);
```

```
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateY(    0deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateY(    0deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateY(    0deg );
}
#cube.show-back   {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateX( -180deg
);
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateX( -180deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateX( -180deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateX( -180deg );
}
#cube.show-right  {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateY(  -90deg
);
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateY(  -90deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateY(  -90deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateY(  -90deg );
}
#cube.show-left   {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateY(   90deg
);
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateY(   90deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateY(   90deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateY(   90deg );
}
#cube.show-top    {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateX(  -90deg
);
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateX(  -90deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateX(  -90deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateX(  -90deg );
}
#cube.show-bottom {
   -webkit-transform: translateZ( -100px ) rotateX(   90deg
);
   -moz-transform: translateZ( -100px ) rotateX(   90deg );
   -o-transform: translateZ( -100px ) rotateX(   90deg );
   transform: translateZ( -100px ) rotateX(   90deg );
}
```

Konačno smo spremni da pišemo funkciju povratni poziv pomoću jQuery. Povratni poziv će aktivirati jednom "rotiranje!"

jQuery

```
$(document).ready(function(){
   var ctr=0;
   var panel="";
      $("a").click(function(){
         ctr++;
         if(ctr==1){
            $("#cube").toggleClass("show-back");
            $("#cube").removeClass(panel);
            panel="show-back";
         }
         if(ctr==2){
            $("#cube").toggleClass("show-right");
            $("#cube").removeClass(panel);
            panel="show-right";
         }
         if(ctr==3){
            $("#cube").toggleClass("show-left");
            $("#cube").removeClass(panel);
            panel="show-left";
         }
         if(ctr==4){
            $("#cube").toggleClass("show-top");
            $("#cube").removeClass(panel);      panel="show-
top";
         }
         if(ctr==5){
            $("#cube").toggleClass("show-bottom");
            $("#cube").removeClass(panel);
            panel="show-bottom";
         }
         if(ctr==6){
            $("#cube").toggleClass("show-front");
            $("#cube").removeClass(panel);
            panel="show-front"; ctr=0;
         }
      });
});
```

IV. ZAKLJUČAK

Neki od drugih mogućih implementacija CSS3 3D transformacije mogu biti slajder, animirana slika albuma poput Google foto album, itd...

REFERENCE

[1] J. Hill, J. A. Brannen, “briljantno HTML5 I CSS3”, Srbija, 2011, pp. 251-266.

[2] www.w3schools.com, “HTML and CSS”

[3] www.sitepoint.com, “Advanced CSS3 2D and 3D Transform Techniques”, 2013.

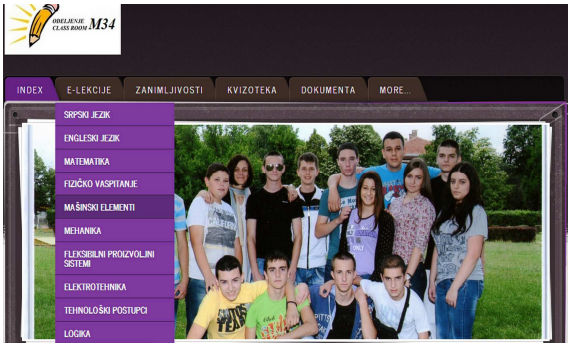
Sajt koji učenicima srednje škole pomaže da lakše uče i savladaju nastavno gradivo

J. Milić, V. Stanković

Sadržaj- U ovom radu prikazan je pomoćni sajt odeljenja M34. Cilj projekta je međusobna saradnja, druženje i razmena edukativnih sadržaja. Za samu izradu sajta korišćen je besplatni hosting. Za domen smo se odlučili da postavimo jedan od najpoznatijih besplatnih domena .tk.

I. UVOD

Nekada su se lekcije zapisivale, prepisivale sa hartije na hartiju. Danas srednjoškolci vole da sve ono što rade, rade pomoću računara. Studenti i učenici Internet koriste u mnoge svrhe, između ostalog i za učenje. Poslednjih par godina smo svi mi svedoci naglog porasta korišćenja elektronskog učenja, kako na fakultetima, tako i u srednjim školama. Nastavnici i učenici naše škole već par godina koriste elektronsko učenje preko besplatne Moodle aplikacije: www.mts15maj.edu.rs/moodle. Mi smo odlučili da napravimo i naš sajt, preko nekog učenicima pristupačnog alata, koji nije mnogo složen. Osnovna ideja je bila da na tom, našem sajtu, lekcije budu manje obimne i sažete na meru koju mogu da savladju i najslabiji učenici it odeljenja. Naš sajt se nalazi na adresi: http://odeljenje-m34.weebly.com [Slika 1.].



Slika 1. Početna strana sajta

Učenjem se stiču navike, motorne veštine, usvajaju se znanja i informacije, društvena pravila i socijalne norme, razvijaju se interesovanja i motivi, formiraju se socijalni stavovi, vrednosti i idelogije, razvijaju se i menjaju osobine ličnosti [5]. Na Internetu postoji i besplatni hosting, koji pristupačan svima, a ono što je najbolje je da su laki za upotrebu i naravno, besplatni. Besplatan hosting se lako može pronaći na Internetu. Neke od adresa sa besplatnim hostingom: www.freehosting.com, www.000webhost.com, www.dot.tk, http://www.2freehosting.com, i mnogi drugi.

Budući da urednici sajta za učenje poseduju izvesna znanja o programiranju, oni su odlučili da u pojedinim kategorijama na sajtu učenike podučavaju pravom kreiranju Web sajtova [Slika 3.].

II. PRINCIP RADA SISTEMA

Sam princip rada sistema nije toliko složen zato što se sastoji iz gotove Web platforme: http://www.weebly.com i HTML koda.

Pre svega, neophodno je pronaći servis koji nudi besplatan domen i hosting, kao i platformu koja omogućava lako i brzo kreiranje sajtova. Uporedili smo nekoliko besplatnih hostinga i domena, i najviše nam se dopao domen .tk na www.dot.tk [2]. Odlučili smo da koristimo alat za kreiranje sajtova na www.weebly.com.

Inernet domen je tekstualna oznaka koja identifikuje skup uređaja ili internet servisa, povezujući ih u jedinstvenu administrativno-tehničku celinu. Domen se sastoji iz niza alfanumeričkih segmenata, razdvojenih tačkama, saglasnih Internet standardima RFC 1034, 1035, 1122, 1123, 3596 i standardima koji ih dopune ili zamene. Segment može da sadrži cifre (0-9), slova engleskog alfabeta (a-z) i crticu (-). Dužina segmenta ne sme biti kraća od dva (2), niti duža od šezdeset tri (63) znaka. Segment ne sme da sadrži crticu na početku ili kraju. Sistem Internet domena (Domain Name System, DNS) je bazni Internet servis, koji omogućava prevođenje internet domena u IP brojeve i obrnuto[3].

Sama praktična primena ovog Web sajta je veoma laka, ali je ubacivanje e- lekcija je jako zamorno i zahteva puno vremena. Urednički kolegijum odeljenskog sajta je za kratko vreme savladao upotrebu osnovnih menija za uređivanje stranica na sajtu [Slika 2.]. Sajt se dnevno ažurira, a HTML kodovi i ostali segmenti sajta se kvartalno uređuju.



Slika 2. Elementi menija za uređivanje stranica

J. Milić i V. Stanković su učenici M34 odeljenja-smer Tehničar za robotiku , Mašinske tehničke škole „15. maj“ iz Niša, Beogradska 22, 18000 Niš, e-mail: jovan.milic5@hotmail.com, vucko.stankovic@gmail.com

Za sređivanje jednog HTML koda potrebno je jako puno vremena, dok je za ubacivanje fotografija na sajt potrebno manje vremena. Sve fotografije koje se ubacuju na sajt potrebno je obraditi u odgovarajućem programu za obradu fotografija, kao što je program PhotoScape. Sav video materijal koji koristimo u lekcijama, potrebno je snimiti, doterati i obraditi u nekom od programa koji su za to namenjeni, kao što je program Camtasia Studio.

III PRAKTIČNA REALIZACIJA

Svaka HTML stranica, bilo da je lokalna (na našem računaru), bilo da je na Internetu, sastoji se od tagova. Početak taga u HTML-u je logički znak manje "< " a kraj taga je ligički znak veće " > ". Između ta dva znaka, ili tačnije rečeno unutar taga se smešta ime taga i atributi taga. Ime taga definiše o kom tagu se radi, a atributi definišu ponašanje i način prikaza označenog dela teksta ili dokumenta. Znači, pomoću tagova se određeni deo teksta ili dokumenta odvaja od ostatka i na njega se primenjuju pravila definisana samim tagom. Najčešće se elemente sastoje od dva taga, ali postoje i oni koji se sastoje od samo jednog taga. Početni i krajni tag postoje kod elemenata koji se sastoji od dva taga i razlikuju se po tome što krajnji ima kosu crtu " / " ispred imena taga, a početni nema istu. Između početnog i krajnjeg taga definiše se tag i atributi istog. Svaku HTML internet stranu počinjemo tagom <HTML>. Taj tag ima i krajnji tag i on je </HTML>. Sve izmedju ta dva taga je HTML dokument, i svaki Internet pregledač zna pomoću tih tagova granicu HTML dokumenta.

Na svakoj stranici na sajtu i u svakom dokumentu mora se naći i HEAD tagovi. Ono što se smešta unutar HEAD tagova nije direktno vidljivo posetiocima stranice preko Internet pregledača. Tu se smeštaju META tagovi koji opisuju dokument, govori ko je autor, koje su ključne reči na stranici, opis stranice za pretraživače i tako dalje. Ali tu se smešta i naslov web stranice koji je vidljiv u jezičku Internet pregledača kada se strana otvori [4]. Postoji jedan problem sa našim srpskim slovima kao što su š, Š, đ, Đ, č, Č, ć, Ć, ž, Ž. Naime dok ih pišemo pri izradi HTML stranice oni su lepo vidljivi jer su definisani unutar našeg operativnog sistema. Ali kad tu HTML stranicu prebacimo na host i preuzme je Internet pregledač on ne zna za naša slova! Da bi mu definisali naša slova unutar HTML dokumenta unutar HEAD taga kao meta tag moramo staviti jedan od ova dva [1]:

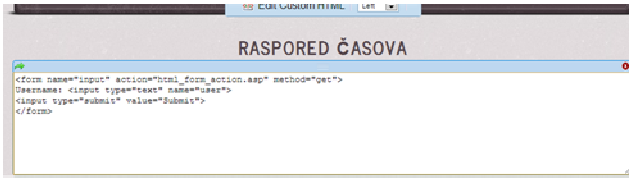
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1250">

Ukoliko želite da koristite ćirilicu, sve što treba je da u gornjem redu vrednost 1250 zamenite sa 1251. Za latinično pismo sa našim slovima postoji još jedna varijanta:

<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-2">

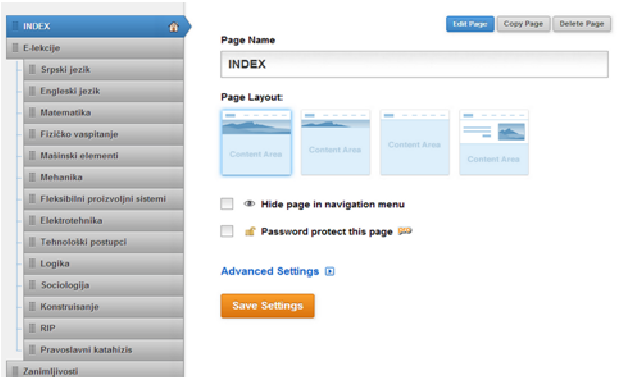
I nakon svega ovoga naš HTML kod će izgledati ovako u našem primeru:

```
<HEAD>
<META http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1250">
<TITLE>Odeljenje M34</TITLE>
</HEAD>
</HTML>
```



Slika 3. Ubacivanje rasporeda časova

Nakon što smo iskucali sve potrebne HTML kodove i ispoštovali ostale dizajnerske principe, počeli smo ubacivanje lekcija iz svih petnaest predmeta koje učimo u školi preko html box-a [Slika4.].



Slika 4. Uređivanje pojedinih stranica sajta

Dok kucamo lekcije za naš sajt, mi usput i naučimo potrebne lekcije. Postavlajući lekcije na naš sajt, pomažemo i našim drugovima, koji nisu uspeli da savladaju gradivo za vreme nastave, ili možda nisu uspeli sve da zapišu u školi za vreme trajanja školskog časa.

U okviru sajta postoji i mogućnost korišćenja i foruma, koji su od velike koristi kada je potrebno neku temu vezanu za lekcije, ili bilo koju drugu temu, prodiskutovati od strane učenika[Slika 5.].

IV ZAKLJUČAK

Danas na Internetu postoji puno Web sajtova koji su napravili i kreirali učenici raznih škola. Neki od njih su: http://ucenickiklub.wordpress.com http://www.oskosta.org http://www.etstesla.ni.ac.rs/ucenici/teslasi.



Slika 5. Forumi na sajtu

Naš sajt je nastao kao zabavno-naučni sajt, koji pomaže učenicima odeljenja M34 da lakše savladaju zadato gradivo. Ono po čemu se naš sajt u odnosu na sve ostale sajtove sličnog tipa i slične namene razlikuje, je to što je sadržaj sajta prilagođen baš našoj školi, tj. sadržaju nastave koja se izvodi na smeru Tehničar za robotiku, u odeljenju M34. Budući da je u knjigama zastupljen akademski pristup, urednici sajta su se maksimalno potrudili da lekcije i sadržaj sajta imaju neformalan pristup. Na taj način učenici odeljenja M34, a možda i učenici nekih drugih odeljenja naše škole, mogu lakše da razumeju ono što profesori predaju u školi. Lekcije koje se mogu pročitati na našem sajtu predstavljaju spoj našeg nastavnog programa za smer koji pohađamo, metologije izlaganja gradiva naših nastavnika, i našeg tumačenja i razumevanja onog što smo kao lekcije pročitali. Zbog toga se naš sajt razlikuje od svih ostalih sajtova koji su u svetu napravljeni sa sličnom namenom. Tokom rada na Web sajtu naučili smo puno o dizajnu sajta, o uređivanju sajta i o programiranju. Ovaj naš projekat vezan za izradu i ažuriranje Web sajta smatramo veoma značajnim, kako za naše učenje i usavršavanje, tako i za naše odrastanje.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se profesorki Biljani Nikolić, profesorki Bojani Radenković i srednjoj školi MTŠ “15.maj” iz Niša, čiji smo redovni učenici, na razumevanju i saradnji u ovom projektu.

LITERATURA

[1] Unošenje novih fontova na HTML stranicu: http://blog.weebly.com/2/post/2013/09/showcase-your-sites-personality-with-new-font-customization-options.html
[2] O besplatnim .tk domenima: http://www.dot.tk/en/aboutdottk.html
[3] O Internet domenu: http://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD
[4] Tekst na HTML stranici: http://www.bubaj.com/index.php?html-kod
[5] O pojmu učenje: http://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D1%9A%D0%B5

Upravljanje Lego Robota Mobilnim Telefonom

D. Stojiljković, D. Nikolić

Sadržaj – U ovom radu je prikazana struktura LEGO MINDSTORMS NXT robota sa kratkim opisom osnovnih komponenti. Zatim su date različite konfiguracije ovog robota i na kraju mogući načini upravljanja sa posebnim opisom upravljanja mobilnim android telefonom za igranje fudbalske utakmice.

I. UVOD

Robot je mašina koju je napravio čovek. Robot je elektro-mehanička jedinica koja je u stanju da autonomno, po nekom programu ili pod kontrolom čoveka izvodi određene zadatke. Obično se koriste za izvođenje zadataka opasnih, teških ili napornih za ljude. Na primer sakupljanje nuklearnog otpada ili slaganje velikog broja žica prema boji, kao i ponavljajuće poslove gde se zahteva istrajnost i preciznost, kao što je sklapanje motora i šasije automobila. Postoje intiligentni roboti koji rade ono što su naučeni. Mogu da prate dešavanja u svojoj okolini i da na osnovu njih rade baš ono za šta su programirani.

Da bi bio sposoban da radi složene poslove robot treba da ima veštačku pamet (kao što je mozak kod ljudi i životinja), čula kojima registruje dešavanja u okolini (kao što je čulo sluha ili vida), delove koji se pokreću i pokreću alate i samog robota (kao što su ruke i noge kod čoveka) i izvor energije koji napaja sve ove delove.

Roboti su danas još uvek elektromehanički. Mehaničke delove od metala i plastike pokreću električni delovi, a mozak robota je mali kompjuter koji je i sam električni sklop.

Sastavni delovi robota su: procesor koji obrađuje informacije (mozak robota), senzori koji skupljaju informacije iz okoline u kojoj se nalazi robot (čula robota), delove koji se pokreću i obavljaju neku radnju (udove robota) i izvor energije koji oživljava robota. Ako postoji više pokretnih delova i senzora, oni se ugrađuju u telo robota.

Danas se pojavljuju i nanoroboti koji su mikroskopske mašine za koje ne možemo reći da su mehaničke jer deluju na molekularnom nivou. U budućnosti će roboti možda biti od krvi i mesa kao mi, iakoih nije stvorila priroda već čovek da ispunjavaju odredene zadatke.

Dušan Stojiljković, učenik IV razreda sa smera Tehničar za robotiku, MTŠ „15.maj“ u Nišu, Aleksandra Medvedeva 22, 18000 Niš, Srbija, doosh4n.ds@gmail.com.

Dušan Nikolić, učenik II razreda sa smera Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje, MTŠ „15.maj“ u Nišu, Aleksandra Medvedeva 22, 18000 Niš, Srbija, dusanotrov@gmail.com.

II. STRUKTURA I KOMPONENTE LEGO ROBOTA

Lego MINDSTORMS NXT 8547 se sastoji od sledećih komponenti:
- Programabilne jedinice
- Tri servomotora
- Senzora (dva senzora za dodir, senzor za boju, ultrazvučni senzor) [3]

Programabilna jedinica se sastoji iz:
- Glavnog procesora - 32-bit ARM mikrokontrolera - Atmel AT91SAM7S256. Flash memorija/fajl sistem (256 kB), RAM (64 kB) i USB Device interfejs, radna frekvencija 48MHz
- Pomoćnog procesora - Atmel 8-bit AVR procesor, ATmega48 sa 4KB flash memorije i 512B RAMa, radne frekvencije od 8Mhz,
- 4 analogna inputa za senzore,
- 3 PWM motor driver outputa sa ugrađenim enkoderima (1°rezolucije),
- Bluetooth-a (NXT ka NXT, NXT ka kompjuteru),
- LCD displeja rezolucije 100x64 piksela i front panela sa četiri tastera i zvučnika



Slika 1. Lego Mindstorms Robot NXT 2.0 (612 delova) LE8547

III. OPIS GLAVNIH DELOVA LEGO ROBOTA

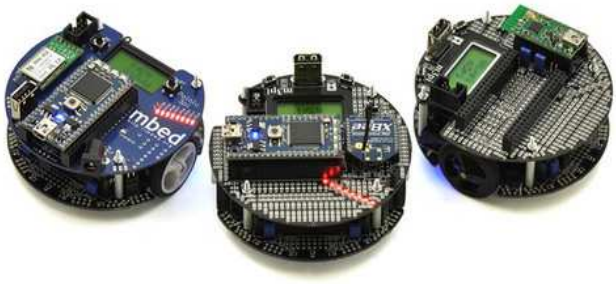
LEGO Mindstorms® NXT robot napravljen je da može da se kreće pomoću mehanizma sa točkovima i da može da pokreće hvataljke koje liče na udove raka ili škorpije.

Telo robota (Slika 2.) napravljeno je od četvrtaste NXT jedinice, takozvani ,,itelligent brick,, koja se u svim konfiguracijama obično nalazi u centralnom delu, a predstavlja mozak ovog robota, tj. mikroprocesor.



Slika 2. Upravljačka jedinica i senzori robota

Procesor ili mozak robota je elektronska komponenta koja se programira, a služi za kontrolisanje radnje robota. On prima informacije koje dobija od senzora i na osnovu stanja u okolini i toga kako je programiran odlučuje šta će da uradi. U zavisnosti od složene aktivnosti robota koriste se razni procesori.(Slika 3.)



Slika 3. Procesor robota

Senzori [2] su deo robota koji služi za njegovu interakciju sa okolinom na taj način što preko njih sakuplja potrebne informacije. Robot koristi potrebne senzore u zavisnosti od namene.(Slika 2.)

Ovaj robot analizira okolinu uz pomoć zvučnog senzora i senzora dodira. Robot može biti jednostavniji, kada osim delova za pokretanje - točkova nema druge pokretačke delove i ima samo jedan senzor. Može biti i složeniji kao što je robot na Slici 1. koji se kreće na dve noge, pokreće mehaničke ruke i prati dešavanja uz pomoć čak 3 senzora (svetlosnog, zvučnog i ultrazvučnog).

Senzor dodira je senzor koji ima zadatak da registruje prepreku. Uz pomoć ovog senzora robot može da zaobiđe prepreku, preskoči je ili jednostavno da da komandu drugom motoru da se pokrene.

Senzor svetlosti određuje veličinu prepreke. Kao i senzor dodira i ovaj senzor daje komandu motoru da se pokrene.

Svetlosni senzori reaguju na svetlost ili promenu svetlosti. Ranije su senzori bili crno-beli sa mogućnošću da raspoznaju i nijanse sivog, a danas postoje složeniji senzori koji mogu da prepoznaju boje. Jednostavna Web kamerica može da bude svetlosni senzor za koji je potreban dobar procesor i softver da obradi niz slika koje snima kamera i da iz njih izvuče baš one informacije koje su robotu potrebne. Čulo vida čoveka je složeno, ali tajna čovekovog oslanjanja na vid u kretanju je pre svega u visoko razvijenom mozgu koje je u stanju da obradi vrlo složene informacije i da raspozna sliku. Roboti, danas, mogu da raspoznaju samo jednostavne slike, kao što su bar kod ili jednostavne fotografije i video fajlove male rezolucije (velike zrnastosti).

Ultrazvučni senzori detektuju blizinu na osnovu prijema zvučnog talasa odbijeog od objekata. Ovaj senzor se najčešće koristili kako bi robotu “rekli” kad da stane ili da izvrši neke od drugih funkcija jednostavnim pokretom ruke.

Ultrazvučni senzor u praksi obično ima osim prijemnika ultrazvuka (specijalni mikrofon) i predajnik ultrazvuka (što nije pravi deo senzora, on ništa ne registruje, već samo šalje ultrazvučni talas koji se posle odbijanja o prepreku u okolini robota vraća ka robotu i nju prima prijemnik koji je pravi senzor). Mereći vreme koje protekne od kada je izračen kratak ultrazvučni talas, do trenutka kada je stigao odjek ovog talasa odbijen o prepreku, senzor može izračunati rastojanje od prepreke. Brzina ultrazvuka u vazduhu je oko 300m/s, a zvučni talas putuje od predajnika do prepreke i nazad do prijemnika, tj. prelazi put koji je jednak dvostrukom rastojanju od robota do prepreke. Procesoru ostaje samo da, po formuli za vezu predenog puta, vremena puta i brzine ($s=v\cdot t$), izračuna rastojanje od prepreke.

Zvučni senzor reaguje na zvuk (kao i čulo sluha čoveka), pomoću čega se robotu glasom ili nekako drugačije “kaže” da treba da se zaustavi ili da krene. Zvučni senzori registruju zvuk tj. promene vazdušnog pritiska koje su sporije od 20 000 treptaja u sekundi (zvuk više frekvencije od 20KHz mogu da prate ultrazvučni senzori). Mikrofon kao zvučni senzor može da bude različitih vrsta, a od konstrukcije zavisi njegova osetljivost i druge karakteristike. Zvučna informacija koju registruje ovaj senzor je značajna i za komunikaciju izmedu čoveka i robota, a ne samo za snalaženje robota u oklini.

Senzor boja prepoznaje RGB boje i na osnovu toga vrši dalje funkcije.

Pokretni delovi robota služe za njegovo kretanje. Lego robot se kreće pomoću točkova, u prostijoj konfiguraciji ili pomoću nogu u složenijoj konfiguraciji kada ima dve noge (Slika 1.)

Izvor napajanja je deo robota koji ga povezuje sa energijom za rad. Robot može biti povezan sa spoljašnjim izvorom energije ili imati sopstveni izvor napajanja.

IV. Različite Konfiguracije Lego Robota

Postoji 9 modela LEGO NXT robota [1]:

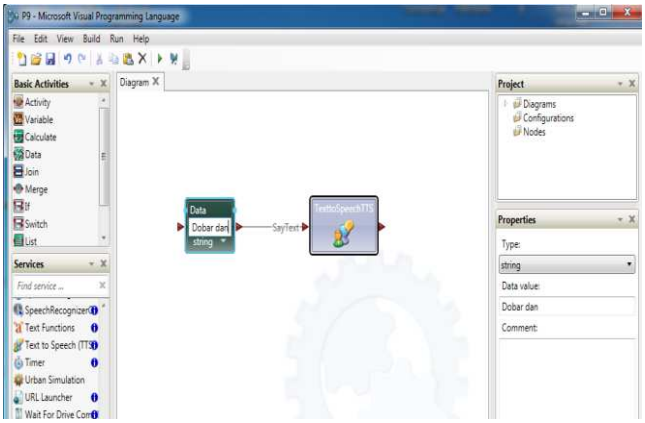
- Skorpija
- Humanoid
- Sgway
- Tripod

- Mindcuber
- Pinbal
- Loto bot
- m.o.r.p.h.
- Lama

V. Upravljanje Lego Robota Pomoću Računara

Lego robotom se može upravljati preko računara korišćenjem Microsoft Robotics Studia [7] koji je razvojno okruženje namenjeno za edukaciju, zabavu i komercijalnu upotrebu.

Visual Programing Language predstavlja programski jezik i razvojno okruženje za razvoj navedenih aplikacija i kao takav čini centralni deo Microsoft Robotics Studio-a (Slika 4.)



Slika 4. Prikaz radnog okruženja Visual Programming Language

VI. Upravljanje Lego Robota Mobilnim Telefonom

Drugi način upravljanja je pomoću "pametnih" mobilnih telefona sa Android operativnim sistemom pri čemu se koristi - NXT REMOTE CONTROL 1.40 aplikacija (Slika 5).

NXT REMOTE CONTROL 1.40. je program za daljinsko upravljanje LEGO robotom koji stvara bežičnu vezu preko Bluetooth-a i omogućava lak pristup i kontrolu LEGO NXT robota kao i laku pokretljivost robota.

Telefon se povezuje sa robotom preko Bluetooth-a. Aplikacija se instalira na telefon preko programa „Google prodavnica". Ova aplikacija se može besplatno skinuti sa Interneta [4]. Aplikacija sadrzi kontrole za kretanje robota kao i za šut koji je i najbitniji segment fudbalske utakmice.

Kada je veza uspostavljena, telefon kontroliše kretanje robota pomoću jasno vidljivih strelica u sva četri pravca, gore-dole, levo-desno, čime robot prati pokrete strelica i obavlja iste akcije [5]. Naginjanje telefona proizvodi pokrete robota. Pritiskom dugmeta za kretanje na ekranu telefona – na aplikaciji, aktivira se motor za kretanje. Robot može da ide napred-nazad i levo-desno, da hvata loptu i da daje golove.



Slika 5. NXT remote controle



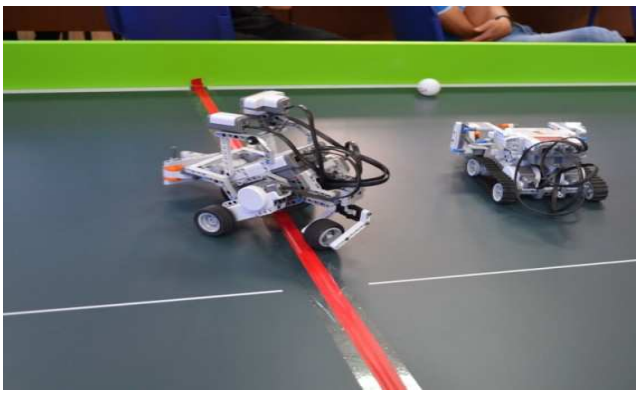
Slika 6. Robot hvata lopticu

Najbitnije tokom utakmice je uzeti lopticu (Slika 6.), jer treba postići go. To nije lak posao jer su roboti teški za upravljanje, a pozicioniranje telefonom je relativno lako. Kao najpouzdanija konfiguracija robota za utakmicu pokazao se robot LAMA (Slika 7.) zbog svoje pokretljivosti, brzine i zato što se na njemu koriste sve vrste senzora [6].

Lama je najstabilniji jer se pokreće pomoću gusenica što znači da ima najveću kontaktnu površinu sa podlogom po kojoj igramo. Takav model je prosto nemoguce izbaciti iz ravnoteže. Dobar je za ,,otimanje,, loptica od protivnika zbog svoje stabilnosti i snage koju može da proizvede.



Slika 7. Robot LAMA



Slika 8. Fudbalsko nadmetanje robota



Slika 9. Učenici MTŠ “15.maj” iz Niša

Robotom se može upravljati i laptopom ali nije toliko poželjno jer se ne oseća veza izmedju igrača i robota kao sa android telefonom.

VII. Fudbalska Utakmica Robota

Praktična upotreba tri LEGO robota prikazana je u održanoj fudbalskoj utakmici (Slika 8.) sledeće tri ekipe: prvu ekipu su činili učenici naše škole MTŠ “15.maj” iz Niša (Slika 9.), drugu učenici Politehničke škole iz Kragujevca i treću, studenti Mašinskog fakulteta iz Niša.

Svaki tim je kreirao različitu konfiguraciju robota, a i načini upravljanja su bili različiti. Upravljalo se pomoću računara (veza je ostvarena preko Bluetooth-a), džojstikom i mobilnim telefonom sa android operativnim sistemom.

Svi učesnici su se upisali u listu strelaca i dali bar po jedan gol. Sve ekipe kažu da je za ovu igru bitno prvenstveno voleti programiranje i robotiku, ali i poznavati pravila fudbala. Snimak odigranih utakmica može se pogledati na Internetu [8].

VIII. Zaključak

U radu su date osnove robotike sa posebnim opisom LEGO NXT robota i prikazana je realizacija upravljanja i kontrole pri igranju fudbalske utakmice. Posebno je opisan način upravljanja robotom mobilnim android telefonom. Može se reći da je upravljanje i kontrola robota jako jednostavna, robot se ne programira, bolja je i opipljivija telefonom od računara i posebno zavisi od same konfiguracije sklopljenog robota. Najstabilniji NXT robot je Lama za kretanje po ravnoj podlozi u poređenju sa drugim konfiguracijama.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se srednjoj školi MTŠ “15.maj” iz Niša, čiji smo redovni učenici, kao i profesorima Biljani Nikolić i Bojani Radenković na pruženoj pomoći i razumevanju tokom rada.

Literatura

[1] http://www.lego.com/en-us
[2] http://www.svetnauke.org/6089-lego-robotika
[3] http://weblab.fink.rs/vezbe/19/Primena%20LEGO%20robota%20u%20inzenjerskoj%20edukaciji.pdf
[4] https://docs.google.com/viewer
[5] https://play.google.com/store/apps/details?id=org.jfedor.nxtremotecontrol&hl=sr
[6] http://gizmodo.com/5154670/lego-mindstorms-nxt-20-bots-can-spot-their-favorite-color
[7] http://www.microsoft.com/serbia/obrazovanje/pil/materijali/programiranje_robota.mspx
[8] http://www.youtube.com/watch?v=fWTnLy3vNUA&feature=youtu.be

Fukoovo klatno

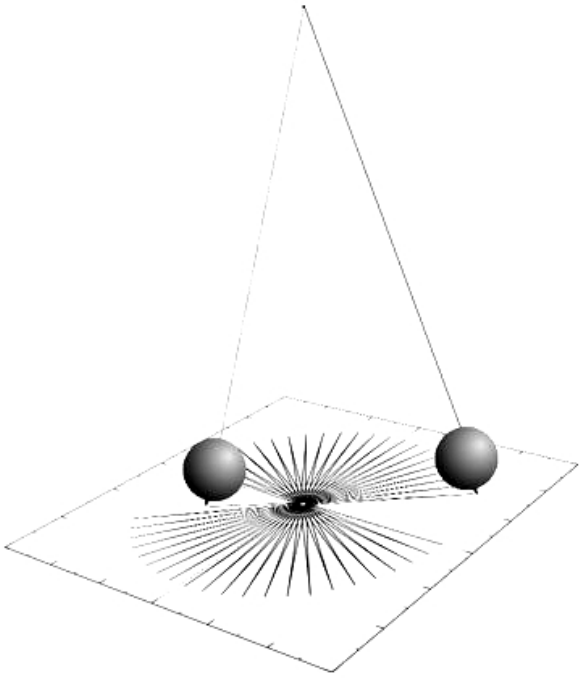
M.Stojanović, D.Aleksić

Sadržaj - Fukoovo klatno je dobilo ime po francuskom fizičaru Leonu Fukou koji ga je upotrebio u svom eksperimentu zamišljenom da dokaže da Zemlja rotira oko svoje ose. To je jednostavan uređaj, tj. primena matematičkog klatna da se dokaže rotacija Zemlje. U ovom radu ispitaćemo ponašanje ovog klatna zavisno od parametara koji uslovljavaju njegovo kretanje.

I. UVOD

A. Aparatura

Aparatura se sastoji od visokog klatna slobodnog da se njiše u bilo kojoj vertikalnoj ravni. Stvarna ravan oscilovanja izgleda kao da rotira u odnosu na Zemlju, ali u stvari ravan je fiksirana u prostoru, dok se Zemlja okreće i pomera pod klatnom jednom po zvezdanom danu.



Slika 1. Skica oscilovanja Fukoovog klatna

B. Izložbe Fukoovog klatna

Prva javna izložba jednog Fukoovog klatna je održana u februaru 1851. godine u meridijanu Pariske opservatorije. Nekoliko nedelja kasnije Fuko je izložio njegovo najpoznatije klatno kada je obesio 28 kg težak visak obložen mesingom, sa 67m dugom žicom sa kupole Panteona u Parizu. Ravan oscilovanja klatna je rotirala u smeru kazaljke na satu brzinom 11° na sat, praveći pun krug za 32,7 časova. Originalni visak se koristi od 1851. a 1855. preseljen je u "Nacionalni konzervatorijum umetnosti i mera". Druga privremena aparatura je napravljena za 50. godišnjicu, 1902. godine. Prilikom rekonstrukcije muzeja 90-ih godina originalno klatno privremeno je prikazano na Panteonu (1995.), ali je kasnije vraćeno u "Muzej umetnosti i mera" pre nego što je ponovo otvoren 2000. godine. Dana 6. aprila 2010. godine kabl koji je držao visak replike se pokidao, izazvajući veliku štetu klatnu i mermernom podu muzeja, ali je u Parizu još uvek i original kojim je Fuko izveo svoju demonstraciju u Panteonu.



Slika 2. Fukoovo klatno u Panteonu, Pariz

Fukoovo klatno zahteva oprez pri podešavanju, jer neprecizna konstrukcija može da izazove dodatno skliznuće koje maskira zemaljski efekat. Početno pokretanje klatna je kritično, tradicionalan način da se to uradi je da se izgori nit koja privremeno drži visak u početnom položaju, čime se izbegava neželjeno bočno kretanje. Otpor vazduha zagušuje oscilacije, tako da neka Fukoova klatna imaju elektromagnetni ili neki drugi disk da zadrži oscilovanje viska, dok se neki redovno restartuju, ponekad uz ceremoniju lansiranja kao dodatnu atrakciju.

C. Klatno na Južnom i Severnom polu

Na Severnom i Južnom polu ravan oscilovanja klatna ostaje fiksirana u odnosu na Zvezde Nekretnice, dok se

M.Stojanović, student Departmana za fiziku, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerzitet u Nišu, Višegradska 33 , 18000 Niš, Srbija, E-mail: stojanovic.mirjana.mima@gmail.com.

D.Aleksic, profesor sa Departmana za fiziku, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerzitet u Nišu, Višegradska 33 , 18000 Niš, Srbija, E-mail: dejan_aleksic@yahoo.com

Zemlja okreće ispod njega, završavajući rotaciju za jedan zvezdani dan.

U cilju da pokaže rotaciju Zemlje bez komplikacija u zavisnosti od geografske širine, Fuko je iskoristio žiroskop u eksperimentu 1852. Vrteći rotor na žiroskopu je pratio zvezde direktno. Primećeno je da se njegova osa rotacije vrati u svoj prvobitni položaj u odnosu na Zemlju posle jednog dana na svim geografskim širinama, ne podležući Koriolisovim silama koje deluju na klatno kao rezultat njegove geometrijske asimetrije.

Dan klatna je vreme koje je potrebno da ravan slobodno okačenog Fukoovog klatna završi rotaciju oko lokalne vertikale. To je jedan zvezdani dan podeljen sinusom geografske širine.

Eksperiment je sproveden i na Južnom polu. Merenja na Južnom polu su verovatno najbliža ikada napravljena na jednom od polova. Klatno je podignuto na stepeništu visine šest spratova nove stanice koja je bila u izgradnji u blizini pola. Uslovi su predstavljali izazov; nadmorska visina iznosila je oko 3300 metara, atmosferski pritisak svega 65 % od onog koji je na nivou mora, a temperatura negrejanog stepeništa bila je – 68°C. Klatno je bilo dužine 33 metara i težina viska 25 kg. Tek na polu eksperiment je zaista otkrio stopu rotacije Zemlje, rotirajući kompletni krug u smeru suprotnom smeru rotiranja kazaljke na satu svakih 24 sata. Visina klatna obezbeđuje tačan rezultat, nema kretanja vazduha koje bi moglo da ga uznemirava, a vikendom nedostatak pešačkog saobraćaja obezbeđuje odustvo lokalnih vibracija. Kao dodatni bonus, na polu, niži vazdušni saobraćaj pruža manji otpor vazduha. Postavljanje čak i grubog klatna u ovim uslovima bio je veliki izazov. Međutim, kada su savladali sve prepreke, istraživači su potvrdili da je period od oko 24 sata rotacioni period ravni oscilovanja.

II. PRECESIJA FUKOOVOG KLATNA

Iz perspektive inercijalnog rama koji se kreće zajedno sa Zemljom, ali ne deli njenu rotaciju, tačka vešanja klatna obiđe pun krug u toku jednog zvezdanog dana. Na geografskoj širini Pariza pun precesioni ciklus traje 32 sata, tako da posle jednog zvezdanog dana, kada je Zemlja ponovo u istoj orijentaciji kao i jedan zvezdani dan ranije, oscilaciona ravan okrenuta je za 90 stepeni. Ako je ravan zamaha na početku okrenuta u pravcu sever-jug, zvezdani dan kasnije biće okrenuta u pravcu istok-zapad. To znači da je došlo do razmene impulsa, Zemlja i visak klatna su razmenili impuls. Pošto je Zemlja mnogo masivnija njena promena impulsa je neprimetna, medjutim zbog toga što je došlo do promene ravni oscilovanja klatna, podrazumeva se da je došlo do razmene impulsa u sistemu Zemlja – klatno.

Iz perspektive jednog koordinantnog sistema na Zemlji sa svojom x-osom koja pokazuje na istok i y-osom koja pokazuje na sever, precesija klatna je opisana Koriolisovim silama. Posmatrajmo klatno sa prirodnom frekvencijom u aproksimaciji malog ugla. Postoje dve sile koje deluju na visak: povratna sila (obezbeđuju je gravitacija i sila zatezanja žice) i Koriolisova sila. Razlika između početne i završne orijentacije je:

$$a = -2 \cdot \sin(\varphi) \tag{1}$$

Koriolisova sila na geografskoj širini φ je horizontalna uz aproksimaciju malog ugla i daje:

$$F_{c,x} = 2m\Omega \frac{dy}{dt} \sin(\varphi) \tag{2}$$

$$F_{c,y} = -2m\Omega \frac{dx}{dt} \sin(\varphi) \tag{3}$$

Gde je Ω rotaciona frenkvencija Zemlje, $F_{c,x}$ koriolisova sila po x-osi, a $F_{c,y}$ koriolisova sila po y-osi, pri malim brzinama u pravcu normalnom na površinu zemlje i malim pomerajima u pravcu x i y ose. Sila zatezanja sa aproksimacijom zbog malog ugla otklona:

$$F_{g,x} = -m\omega^2 x \tag{4}$$

$$F_{g,y} = -m\omega^2 y \tag{5}$$

A. Njutnovi zakoni kretanja

Korišćenjem Njutnovih zakona kretanja dobijaju se sledeće diferencijalne jednačine:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x + 2\omega \frac{dy}{dt} \sin\varphi \tag{6}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\omega^2 y - 2\omega \frac{dx}{dt} \sin\varphi \tag{7}$$

gde je $T^2=g/R$, R je dužina klatna, a g ubrzanje Zemljine teže (9,81 m/s^2). To su diferencijalne jednačine malih oscilacija Fukoovog klatna. Može se zapaziti da se u graničnom prelazu kada $\omega \to 0$, ukoliko zanemarimo efekte izazvane dnevnom rotacijom Zemlje, dobijaju dve diferencijalne jednačine malih oscilacija matematičkog klatna za dva uzajamno ortogonalna pravca, što se poklapa sa diferencijalnim jednačinama harmonijskog oscilovanja, pa je trajektorija čestice u tom slučaju elipsa. Međutim za $\omega \neq 0$ trajektorija je složenija.

Uvešćemo u horizontalnoj ravni koordinatni sistemkoji rotira oko lokalne vertikale ugaonom brzinom ωsinφ. Ako su x i y koordinate čestice u sistemu čije su ose nepokretne u odnosu na Zemlju a x' i y' koordinate u sistemu koji rotira, veze između ovih koordinata biće:

$$x = x'\cos(\omega t \sin\varphi) + y'\sin(\omega t \sin\varphi) \tag{8}$$

$$y = x'\sin(\omega t \sin\varphi) + y'\cos(\omega t \sin\varphi) \tag{9}$$

Ukoliko u jednačine (6) i (7) unesemo jednačine (8) i (9) dobijamo jednačine:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + (\omega^2 \sin^2\varphi + \frac{g}{R})\, x' = 0 \qquad (10)$$

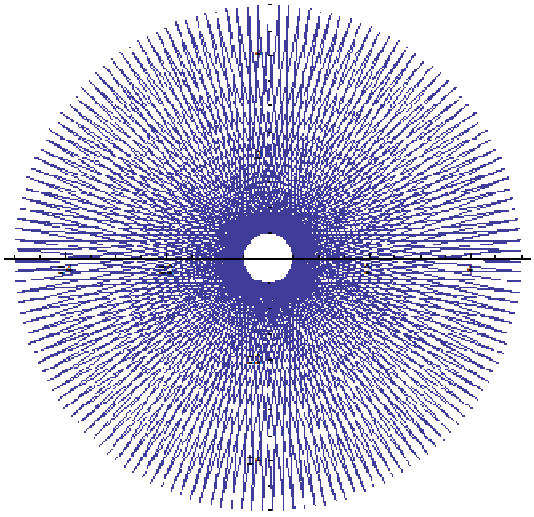
$$\frac{d^2y}{dt^2} + (\omega^2 \sin^2\varphi + \frac{g}{R})\, y' = 0 \qquad (11)$$

Ovo su diferencijalne jednačine harmonijskih oscilacija za dva uzajamno ortogonalna pravca, pa se zaključuje da u ovom rotirajućem sistemu trajektorija Fukoovog klatna predstavlja elipsu. U sistemu reference fiksiranom u odnosu na Zemlju, trajektorija je elipsa čije poluose rotiraju ugaonom brzinom ω sinφ. U specijalnom slučaju ova elipsa može degenerisati u pravu , i onda klatno osciluje u ravni koja se obrće ugaonom brzinom ω sinφ, u odnosu na posmatrača fiksiranog za Zemlju.

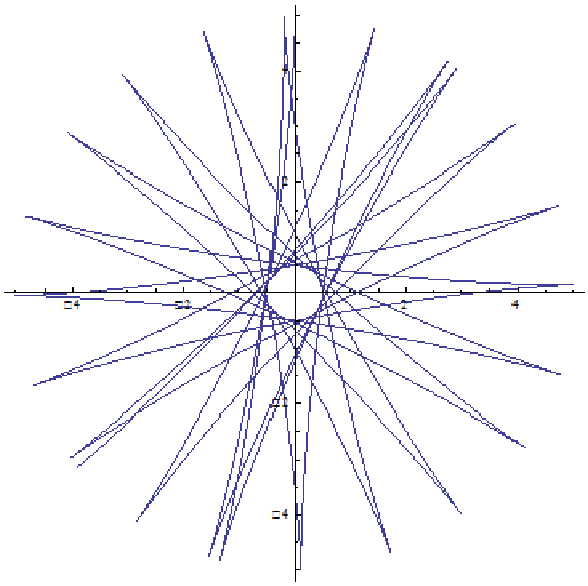
B. Precesiranje u zavisnosti od dužine konca klatna

Program Wolfram Mathematic je iskorišćen za rešavanje diferncijalnih jednačina, kao i grafičko prikazivanje njihovih rešenja.

Za malu dužinu konca, klatno će napraviti veliki broj oscilacija kao na slici 3. Za klatno 10 puta veće dužine broj oscilacija biće manji kao na slici 4.



Slika 3. Oscilovanje klatna za dužinu konca od 1,6 m

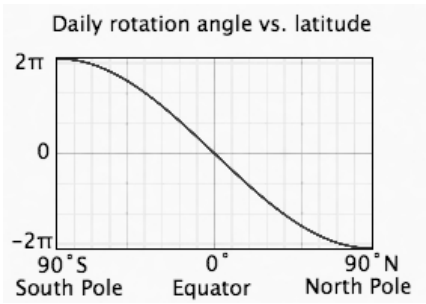


Slika 4. Oscilovanje klatna za dužinu konca od 16 m

Dakle, pri smanjivanju dužine konca povećava se broj oscilacija klatna za isti vremenski period i obratno se smanjuje pri produživanju konca klatna.

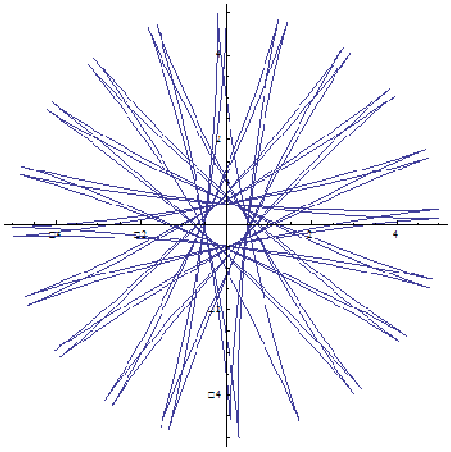
C. Precesiranje u zavisnosti od geografske širine

Na slici 5 vidi se da u odnosu na Zemlju, ravan oscilovanja klatna na Severnom polu prolazi punu rotaciju u smeru kretanja kazaljke na satu za jedan dan. Klatno na Južnom polu rotira u suprotnom smeru. Kada je Fukoovo klatno okačeno na ekvatoru ravan oscilovanja ostaje fiksirana u odnosu na Zemlju. Na drugim geografskim širinama ravan oscilovanja precesira u odnosu na Zemlju, ali sporije nego na polu. Ugaona brzina srazmerna je sinusu geografske širine. Severno i južno od ekvatora su definisane kao pozitivna i negativna, respektivno. Na primer, Fukoovo klatno, na 30° južne georafske širine, gledano odozgo od strane posmatrača vezanog za Zemlju, izrotira u suprotnom smeru 360° za dva dana.



Slika 5. Dnevna rotacija u zavisnosti od geografske širine

Na slici 6 prikazano je oscilovanje klatna na malim geogafskim širinama, blizu ekvatora.



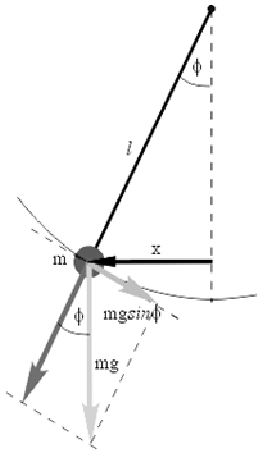
Slika 6. Oscilovanje klatna na malim geografkim širinama, za dužinu konca od 16 m

Upoređivanjem grafika sa slika 4 i 6 možemo uočiti da se za konac iste dužine načini veći broj oscilacija pri manjim geografskim širinama, tačnije blizu ekvatora. To se dešava zbog toga što je potrebno više vremena da ravan oscilovanja izrotira za 360° pri malim geografskim širinama u odnosu na veće geografske širine, bliže polovima. Tako da za duži vremenski period jedno klatno napravi veći broj oscilacija.

D. Precesiranje u zavisnosti od gravitacionog ubrzanja

Uticaj sile teže na oscilovanje klatna ilustrovan je slikom 7. Na precesiranje klatna uticaće i vrednost konstante gravitacionog ubrzanja. Razlika će se ogledati u periodu oscilovanja, sto se može zaključiti iz sledeće formule:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (12)$$



Slika 7. Uticaj sile teže na oscilovanje klatna

TABELA I
VREDNOST KONSTANTI GRAVITACIONOG URZANJA NA POJEDINIM NEBESKIM TELIMA

Nebesko telo	g (m/s^2)
Venera	8.87
Zemlja	9.81
Mesec	1.62
Mars	3.71
Jupiter	23.12

Iz tabele 1 možemo videti da je na Mesecu konstanta gravitacionog ubrzanja približno šest puta manja nego na Zemlji, pa možemo zaključiti iz jednačine (12) da će klatno iste dužine oscilovati približno šest puta duže na Mesecu nego na Zemlji. Ukoliko uporedimo periode oscilovanja klatna na nebeskim telima iz tabele možemo zaključiti da će period oscilovanja na Jupiteru biti najkraći a na Mesecu najduži. Takođe možemo primetiti da će se smer rotacije ravni oscilovanja razlikovati na Veneri u odnosu na ostala tela, biće suprotan, jer Venera retrogradno rotira u smeru od istoka ka zapadu.

III. ZAKLJUČAK

Izgled putanje koju Fukoovo klatno pravi zavisi od dužine klatna, geografske širine i konstante gravitacionog ubrzanja na mestu na kome je ono postavljeno. Kada povećavamo dužinu klatna smanjujemo broj oscilacija koje klatno naravi, jer se period klatna smanjuje kada smanjujemo dužinu pa samim tim je broj oscilacija veći. Ravan oscilovanja klatna najbrže rotira na polovima dok na ostalim geografskim širinama rotira sporije. Takođe klatno će napraviti veći broj oscilacija koliko je konstanta gravitacionog ubrzanja veća. Dakle, kretanje Fukoovog klatna zavisi od ova tri parametra na ovaj način.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se prof dr Draganu Gajicu sa Prirodno-matematickog fakulteta u Nišu, sa odseka za fiziku, na korisnim sugestijama za izradu ovog rada.

LITERATURA

[1] Dr Božidar S. Milić, Njutnova mehanika, Izdavačka jedinica Univerziteta u Nišu, Niš, 1983.
[2] Dr Ljubiša Nešić, Mehanika sa teorijom relativnosti, Prirodno-matematički fakultet, Niš, u štampi
[3] Foucault pendulum [On-Line] http://en.wikipedia.org/wiki/Foucault_pendulum
[4] Nataša Čaluković, Fizika za prvi razred gimnazije, "Krug", Beograd, 2004.

Kosi hitac i Koriolisova sila

M. Tošić, D. Aleksić

Sadržaj - Elementarni problem kosog hitca je svima dobro poznat. U ovom radu biće ispitan uticaj Koriolisove inercijalne sile na telo koje se kreće relativno velikom brzinom u odnosu na površinu Zemlje. Kada bi Zemlja bila inercijalni sistem referencije telo bi se kretalo samo usled sile teže, opisujući svima dobro poznatu parabolu. Koriolisova inercijalna sile dovodi do promene oblika trajektorije. Na Zemlji će se delovanje Koriolisove sile osetiti na primer pri kretanju u smeru sever-jug na većim geografskim širinama. Primeri za to su: Golfska struja, vetrovi pasati, slučajevi u balistici, itd.

I. KORIOLISOVA SILA

A. Koriolisova sila

U opštem slučaju Koriolisova inercijalna sila deluje na telo koje se kreće brzinom V_r (radijalna komponenta brzine) u odnosu na sistem koji rotira. Ako je ω ugaona brzina obrtnog sistema Koriolisova sila data je sa:

$$\vec{F}_k = -2m(\vec{\omega} x \vec{V}_r) \quad (1)$$

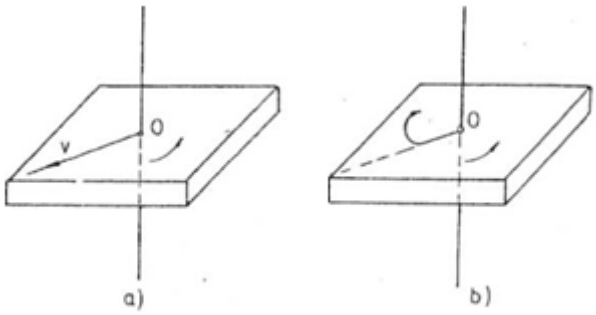
Smer Koriolisove sile uvek je normalan na pravac brzine tela. Drugim rečima ona samo menja pravac i smer kretanja tela, a ne dovodi do promene intenziteta brzine tela. Ubrzanje tela pod uticajem Koriolisove sile je:

$$\vec{\alpha} c = 2(\vec{V}_r \; x \; \vec{\omega}) \quad (2)$$

Razmatra se primer inercijalne sile, koja se javlja pri kretanju tela u sistemu koji rotira. Neka posmatrač, koji se nalazi na osi rotacije rotirajuće platforme (slika 1), baci kuglu nekom početnom brzinom tako da se bez trenja kotrlja po podu. Za posmatrača van platforme (inercijalni sistem) kretanje će biti pravolinijsko sa stalnom brzinom *V* (slika 1.a), dok će za posmatrača na platformi (neinercijalni sistem) ovo kretanje biti krivolinijsko i to ubrzano (slika 1.b**).** Kugla će skrenuti od pravca početne brzine i to suprotno od smera rotacije. Posmatrač na platformi zaključuje da na kuglu deluje sila koja je normalna na pravac početne brzine. Ta sila, koja skreće kuglu od pravca po kojem bi trebalo po inerciji da se kreće, zove se Koriolisova sila.

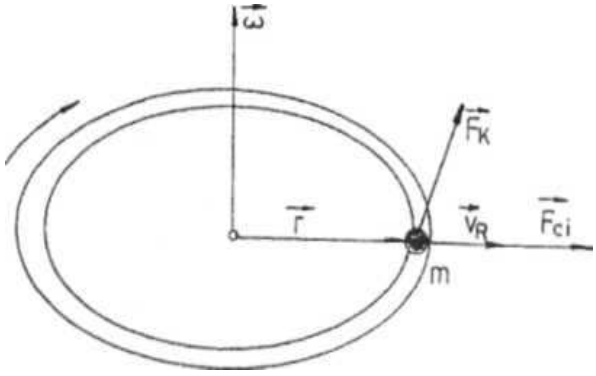
Milena Tošić, Departman za Računarske nauke, Prirodno-matematički fakultet, Univerzittet u Nišu, Malojastrebačka 42, 18000 Niš, Srbija, Email: toska93@gmail.com

Dejan Aleksić, Departman za Fiziku, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu, 18000 Niš, Srbija, Email:dejan_aleksic@yahoo.com



Slika 1.Inercijalni (a) i neinercijalni (b) sistemi.

Iz navedenih primera vidi se da se Koriolisova sila pojavljuje u neinercijalnom referentnom sistemu kad god telo ima komponentu brzine po smeru normalnom na smer ose rotacije sistema (sl. 2).



Slika 2.Delovanje sila.

B. Delovanje Koriolisove sile na Zemlji

Na Zemlji će se delovanje Koriolisove sile osetiti na primer pri kretanju u smeru sever-jug na većim geografskim širinama. Zapaža se kod vazdušnih i vodenih tokova. Pod uticajem razlika u temperaturi vazduha i mora dolazi do tokova - struja. Ako su te struje usmerene ka severu ili jugu na njih počinje da deluje Koriolisova sila skrećući ih sa prvobitnog pravca kretanja (slika 3.). Tako recimo vetrovi koji se kreću sa severa na severnoj polulopti bivaju skrenuti tako da duvaju iz pravca severoistoka. Golfska struja se kreće ka severu, no pod dejstvom Koriolisovesile skreće ka istoku i ima smer ka severoistoku, ka obalama Evrope. Kod reka koje na severnoj polulopti teku ka severu zapaža se jače odronjavanje desne obale. Tako reke koje imaju približno pravac sever-jug skreću na zapad. Usled Koriolisove sile

javlja se i skretanje severnih vetrova ka zapadu. Premda su te sile slabe, ipak one imaju značajnu ulogu u kretanju Zemljine atmosfere. U balistici se mora voditi računa o pojavi Koriolisove sile, kada postoji komponenta kretanja u pravcu Zemljinog meridijana. Koriolisova sila se pojavljuje i u atomskim dimenzijama kod tzv. diatomskih molekula, a postoje indikacije da se u atomskim jezgrima izvesne pojave mogu protumačiti delovanjem Koriolisove sile.



Slika 3. Šematski prikaz vazdušnih masa u odsustvu drugih sila, proračunato za vetrove koji se kreću brzinom oko 50-70 m/s, kao posledica Koriolisove sile.

C. Da li Koriolisova sila utiče na smer okretanja vode koja ističe iz kade?

Vlada mišljenje da je Koriolisov efekat odgovoran za smer okretanja vode koja ističe iz kade. Prema ovome se voda uvek okreće na jednu stranu na severnoj hemisferi a suprotan smer ima na južnoj hemisferi. Ovo je dobilo razmere urbane legende pa je čak pomenuto u jednoj epizodi crtane serije Simpsonovi i u jednoj epizodi Dosije iks serijala. Pored ovoga nekoliko naučnih emisija pa i knjiga (uključujući više knjiga koje obrađuju problem na nivou fakultetskog poznavanja fizike) su navele ovu netačnu tvrdnju.

Mnogi koji su pogrešno shvatili način delovanja i razmere veličine Koriolisove sile tvrde da se voda na severnoj hemisferi okreće u smeru kazaljke na satu, a na južnoj u smeru suprotnom od kretanja kazaljke. Naravno, ovo takođe znači da voda iz kade na ekvatoru otiče bez kružnog kretanja u slivniku. Ovo su upravo suprotni smerovi od onih koji bi trebalo da budu posledica delovanja Koriolisove sile. Dodatno, Koriolisova sila je nekoliko redova veličina manja od raznih promenljivih faktora koji utiču na brzinu i kretanje mlaza prilikom isticanja vode. Prvenstveno je bitna geometrija kade, toaleta, odvoda i cevi kao i geometrija toka vode kad se prvobitno pusti da teče. Većina toaleta pušta vodu samo u jednom pravcu. Ukoliko bi se namerno pustila voda da u prvom momentu krene u drugu stranu, ona bi nastavila i dalje tako da otiče.

Zemlja se okrene za jedan dan, dok kadi treba minut da se isprazni (toaletu za nekoliko sekundi). Kada se voda pusti da teče, brzina vrtloženja se povećava u zavisnosti od udaljenosti od odvoda zbog zakona održanja momenta impulsa (razlog zašto klizač skuplja ruke da bi se brže okretao).

II. KOSI HITAC

Kosi hitac predstavlja kretanje nekog tela čija putanja, a i početna brzina, sa tlom zaklapa određeni ugao. Kosi hitac posmatra se kao rezultat slaganja dva pravolinijska kretanja: u horizontalnom pravcu telo se kreće ravnomerno, a u vertikalnom ima ubrzanje zemljine teže (g) i neku početnu brzinu. Primeri za ovakvo kretanje mogu da budu kretanje granate ispaljene iz topa čija je cev nagnuta, košarkaška lopta nakon slobodnog bacanja ili skok-šuta, skakač u dalj ili u vis posle odraza, gde se gleda položaj njegovog težišta, itd.

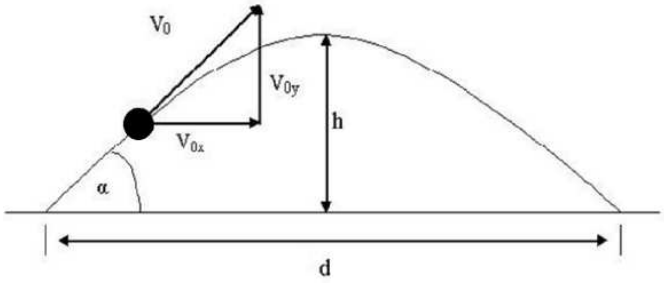
Onda su zakoni brzine i položaja sledeći:

$$V_{ox} = V_o \cos\alpha \quad (3)$$

$$V_{oy} = V_o \sin\alpha \quad (4)$$

$$x = V_{ox}t \quad (5)$$

$$y = V_{oy}t - 1/2gt^2 \quad (6)$$



Slika 4. Kosi hitac

Uz pomoć ovih jednačina mogu se odrediti sve karakteristike kretanja.

Tako je vreme kretanja :

$$T_{max} = 2\, V_{oy} / g \quad (7)$$

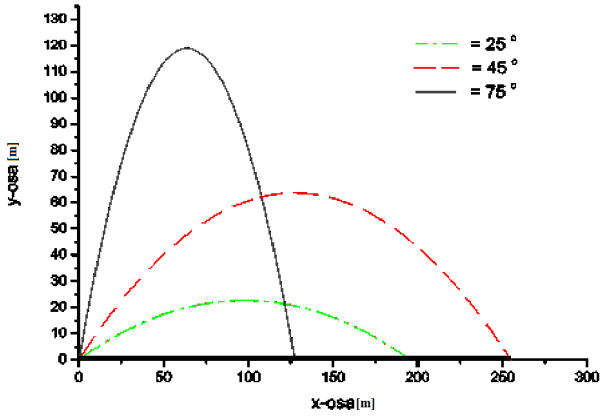
A mogu se odrediti i maksimalna visina koju telo dostigne i brzina tela u bilo kom trenutku, kao i domet tela(položaj tela u trenutku $t = 2\, V_{oy} / g$, tj. T_{max}):

$$H_{max} = V_{oy}^2 / 2g \quad (8)$$

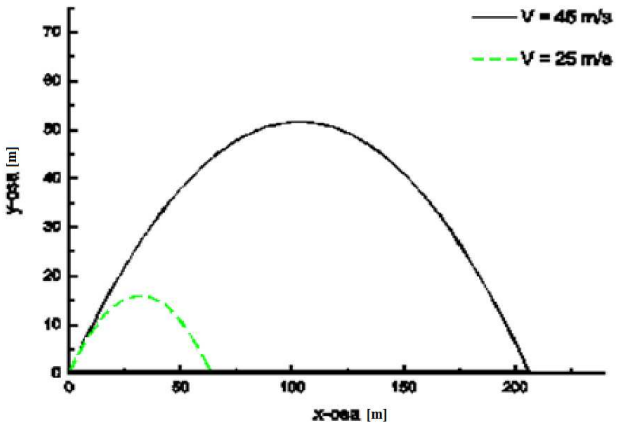
$$V = \sqrt{[V_{ox}^2 + (V_{oy} - gt)^2]} \quad (9)$$

$$D = V_{ox} T_{max} = V_o^2 \sin 2\alpha / g \quad (10)$$

Putanja je kriva koja eksplicitno govori o zavisnosti y-komponente vektora položaja od *x*-komponente i nju dobijamo na sledeći način:



Slika 5. Telo bačeno istom brzinom pri većim uglom postiže veću visinu, a najveći domet ima pri uglu od 45°, što je i predviđeno formulama za domet i visinu. x-osa predstavlja domet, a y-osa dostignutu maksimalnu visinu.



Slika 6. Povećanje ili smanjenje visine i dometa je srazmerno povećanju ili smanjenju početne brzine, što je i predviđeno formulama za domet i visinu.

Iz relacije $x = V_{ox}t$ izrazimo t, a potom to zamenimo u jednačinu koja opisuje zavisnost y(t), i iz (6) dobijamo zavisnost y(x) koja glasi:

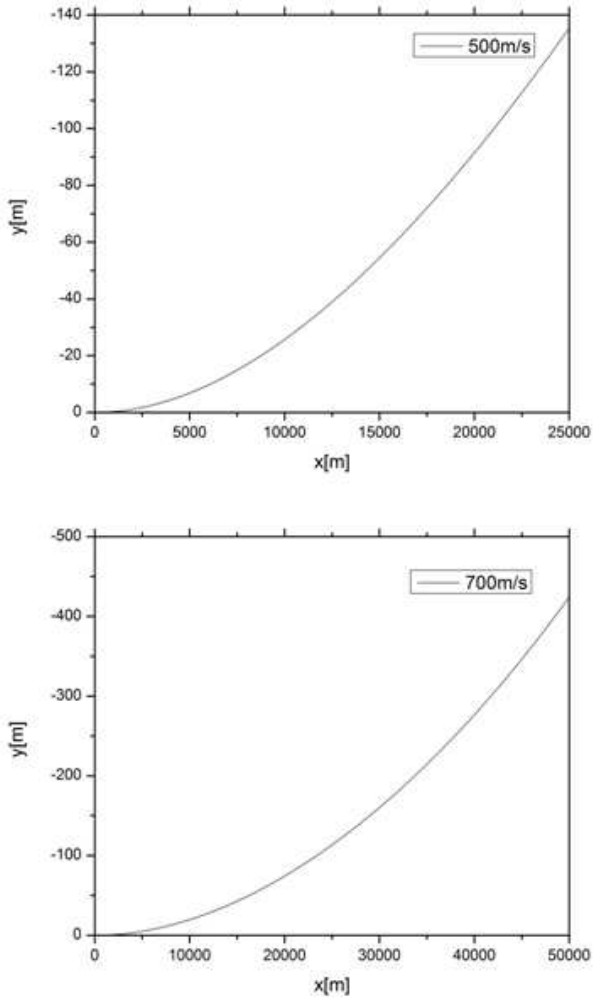
$$y(x) = (V_{oy}/V_{ox})x - (g/(2\,V_{ox}^2))x^2 \quad (11)$$

Iz izraza vidimo da je zavisnost kvadratna, tačnije, grafik funkcije je parabola. Putanju je prvi otkrio Galileo Galilej.

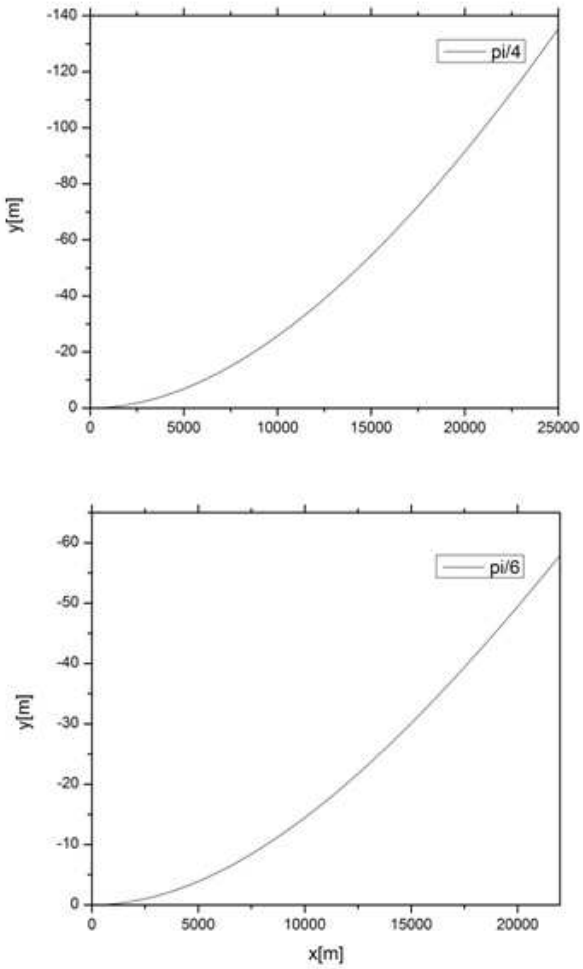
Sve ovo važi ako se zanemari sila otpora sredine.

III. ZAKLJUČAK

Na osnovu teorije i proračuna, može se zaključiti da telo, koje se kreće u pravcu sever-jug velikom brzinom, menja svoju trajektoriju zbog delovanja Koriolisove sile. Što je veća brzina to je i veće odstupanje od trajektorije u slučaju da ne deluje pomenuta sila.



Slika 7. Prikazana je trajektorija tela koje je bačeno pod uglom od 45°brzinom od 500m/s i 700m/s. Jasno se vidi da pri većoj brzini telo ima veće skretanje pod uticajem Koriolisove sile. Kada ne bi bilo Koriolisove sile trajektorija kosog hica ležala bi u OXZ ravni, odnosno na datom grafiku bi y=0.



Slika 8. Prikazana je trajektorija tela koje je bačeno brzinom od 500m/s pod uglom od 45°i pod uglom od 30°. Jasno se vidi da pri većem uglu telo ima veće skretanje pod uticajem Koriolisove sile. Kada ne bi bilo Koriolisove sile trajektorija kosog hica ležala bi u OXZ ravni, odnosno na datom grafiku bi y=0.

LITERATURA

[1] Dr M. Kupera, Dr J. Purić, Osnovi Fizike – mehanika I molekularna fizika sa termodinamikom.
[2] D. Krpić, Uvod u numeričku fiziku i C/C++ windows programiranje..
[3] N. Culaković, Fizika za prvi razred gimnazije, “Krug”, Beograd, 2004.

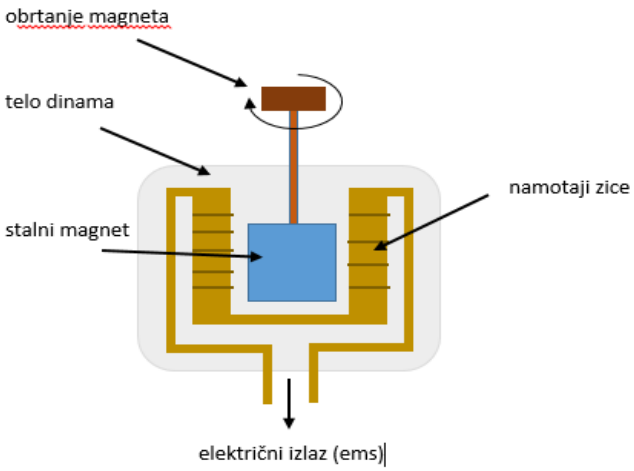
Beskontaktni dinamo

S. Mihajlović, N. Stanković , P. Drašković, J. Mladenović, D. Danković, I. Arsić, Z. Antanasković

Sadržaj - U ovom radu opisan je beskontaktni dinamo za bicikl, u kojem se tokom vožnje indukuje elektromotorna sila koja je potrebna za napajanje fotoluminiscentnih (LED) dioda. Diode nam daju osvetljenje ispred nas a takođe nas obeležavaju kako bi nas u mraku uočili drugi učesnici u saobraćaju koji su iza nas.

I. UVOD

Većina nas je videla kako izgleda klasični dinamo za bicikl. Prikači se na odgovarajući deo bicikla, a zatim se stavi u položaj u kom dodiruje gumu. Tokom vožnje, zbog kontakta između gume i dinama, dolazi do okretanja stalnog magneta unutar njega. Samim tim u kalemu se indukuje elektromotorna sila. Mana ovakvog dinama je to što tokom vožnje dolazi do gubitka energije tj. usporavanja bicikla, oštećenja gume, kao i zagrevanja samog dinama.



Slika 1. Klasičan dinamo za bicikl

S. Mihajlović, N. Stanković , P. Drašković i J. Mladenović, su učenici Tehničke škole "Rade Metalac" iz Leskovca, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, e-mail: stefan.mih1997@gmail.com, neca.rxrx@gmail.com, batapaja@gmail.com, mladenovicjovan@outlook.com

Danko Danković, profesor elektrotehničke grupe predmeta i pomoćnik direktora u TŠ "Rade Metalac", Leskovac: ddanko@live.com

Igor Arsić, profesor elektrotehničke grupe predmeta u TŠ "Rade Metalac", Leskovac: igorarsic78@gmail.com

Zoran Antanasković, nastavnik praktične nastave mašinstva u TŠ "Rade Metalac", Leskovac: zorz1962 @gmail.com

II. KARAKTERISTIKE I NAMENA

Kao što mu i ime kaže, beskontakni dinamo nema kontakta sa točkom [1-4]. Samim tim ne dolazi do oštećenja gume i nema usporavanja tokom vožnje. Običan dinamo radi kao i svaki generator i tokom rada dolazi do zagrevanja. Kod beskontaktnog dinama nema kontakta i ne dolazi ni do zagrevanja.

Naš beskontaktni dinamo najčešće ima primenu kod bicikala. Međutim, može se koristiti svuda gde je potrebna električna energija. Daje oko 12 V naizmenične struje koja je iskorišćena za napajanje svetlećih dioda.

Unapređenje i nadogradnja ovog projekta biće usmeravanje ove naizmenične struje i punjenje punjive baterije koja će nam omogućiti svetlo i u trenucima kad bicikl nije u pokretu. Takođe u planu je i izrada univerzalnog punjača za mobilne telefone koji će koristiti dobijenu električnu energiju iz dinama.

III. KONSTRUKCIJA

U osnovi konstrukcije beskontaktnog dinama je stalni magnet, koji se nalazi prikačen na žice od točka i relej (namotaji lakirane žice oko gvozdenog jezgra).

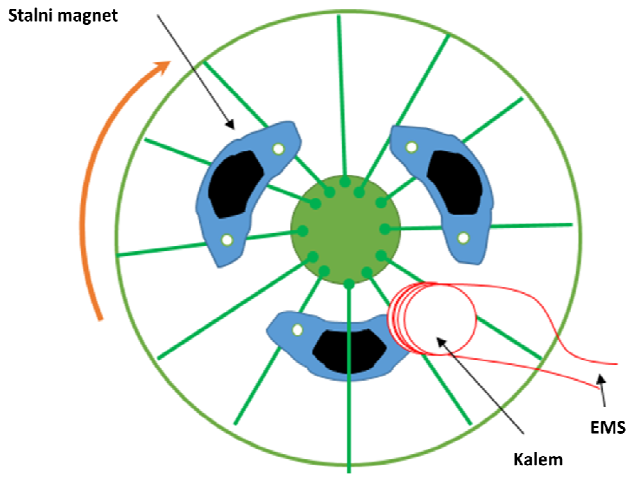
Dok okrećemo točak okreću se i stalni (neodimijumski) magneti [5] što znači da samim tim dolazi i do promene magnetnog fluksa, a prema Faradejevom zakonu promena magnetnog fluksa u jedinici vremena jeste indukovana elektromotorna sila [6] koja nam služi kao izvor napajanja fotoluminiscentne (LED) diode. Koristili smo magnete iz neispravnog hard diska, a za namotaje smo koristili kalemove releja sa jezgrom od mekog gvožđa [7]. Neodimijumski magneti iz hard diska su veoma snažni i stvaraju veoma jako magnetno polje.

Kad pogledamo beskontaktni dinamo, izgleda kao da ima kontakta magneta sa kalemom. Međutim, ovo rastojanje je veoma malo - oko 2 do 4 mm. Što je manje, veća je promena fluksa pa i indukovana elektromotorna sila.

IV. OSVETLJENJE

Osvetljenje je realizovano sa pet fotoluminiscentnih dioda (LED) [8]. Zbog naizmenične ems diode trepere u zavisnosti od brzine kretanja bicikla i od položaja diode u električnom kolu.

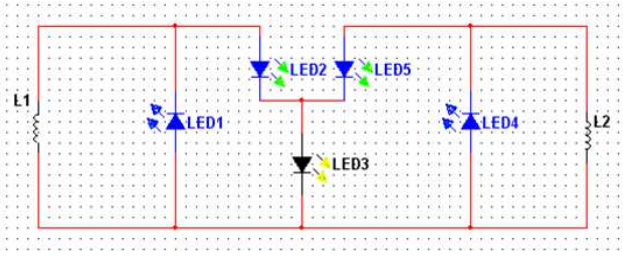
Najmanju frekvenciju treperenja imaju krajnje (plave) diode LED1 i LED4, malo češće trepere zelene diode LED2 i LED5, a skoro ujednačeno svetlo bez treperenja daje žuta dioda LED3.



Slika 2. Beskontaktni dinamo za bicikl



Slika 3. Praktična realizacija sa tri magneta i dva kalema



Slika 4. Električna šema povezivanja svetlećih dioda

V. Realizacija

Za praktičnu realizaciju ovog projekta iskoristili smo deo bicikla i napravili maketu koja može da pokaže funkcionalnost ove ideje.



Slika 5 Realizacija osvetljenja sa dva kalema i pet dioda na maketi



Slika 6. Svetlo koje daju svetleće diode

VI. Zaključak

Na kraju možemo zaključiti da je beskontaktni dinamo jedno korisno rešenje dobijanja električne energije kretanjem bicikla. Osim svoje osnovne namene osvetljenja a u daljem razvoju i punjenja baterija mobilnih telefona, sam uređaj ima dva pozitivna ekološka efekta: prvi- jer je izrađen uglavnom od materijala i delova koji se više ne upotrebljavaju za osnovnu svrhu za koju su proizvedeni, pa bi morali biti reciklirani, drugi- nema materijalnih troškova za baterije i problema oko gomilanja električnog i elektronskog otpada, čime štitimo planetu.

Zahvalnica

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

LITERATURA

[1] Magnic Light claims new form of no-contact bicycle dynamo lighting, članak. [On Line]. Dostupno na: http://www.gizmag.com/magnic-light-contactless-dynamo/21494/

[2] The first compact contactless bicycle dynamo, članak. [On Line]. Dostupno na:http://www.kickstarter.com/projects/dynamodirk/magnic-light-get-new-energy?ref=category

[3] Contactless dynamo powering bike safety lights, članak. [On Line]. Dostupno na:http://www.instructables.com/id/Contactless-dynamo-powering-bike-safety-lights/

[4] Magtenlight – Contact-Less Dynamo Bike Lamp Kit, članak. [On Line]. Dostupno na:http://www.envirogadget.com/lamps-and-lights/magtenlight-contact-less-dynamo-bike-lamp-kit/

[5] Nyodymium magnet, članak. [On Line]. Dostupno na:http://en.wikipedia.org/wiki/Neodymium_magnet

[6] Elektromagnetna indukcija, član. [On Line]. Dostupno na:http://sr.wikipedia.org/sr/Електромагнетна_индукција

[7] Releji, članak. [On Line]. Dostupno na:http://sr.wikipedia.org/sr/Релеј

[8] LED, članak. [On Line]. Dostupno na:http://sr.wikipedia.org/sr/Светлећа_диода

GSM kontrola rada termoregulatora

Jovan Krstić

Sadržaj - Ovaj rad opisuje realizaciju GSM kontrole rada termoregulatora.Uređaj je projektovan tako da može da prati i upravlja radom termoregulatora. U slučaju previsoke, preniske ili željene temperature korisnik dobija obaveštenje putem SMS poruke.U radu su opisane hardverske komponente za realizaciju uređaja kao i primenjeni softver. Uređaj je osmišljen i realizovan u laboratoriji.

I. UVOD

Nova generacija GSM mreže je omogućila veće brzine prenosa podataka, a proizvođači industrijskih elektronskih sistema su ponudili namenske GSM modeme isključivo za prenos digitalnih podataka, kako putem serijske komunikacije tako i preko SMS servisa, za kraće upravljačke komande i manje količine podataka. Ovo nam omogućava monitoring i mogućnost kontrolisanja različitih sistema.

Komunikacija SMS porukama je najjednostavniji vid komunikacije, koji ne zahteva poseban vid protokola. Prva pogodnost je što se za prenos podataka koristi tekst (text mode), što podrazumeva tekstualni način prezentacije podataka. Tekstualni fotmat je pogodan za slanje tekstualnih upravljačkih naredbi određenom uređaju za dobijenje odgovarajućih odgovora. Druga pogodnost je činjenica da je za komunikaciju sa određenim uređajem dovoljan mobilni telefon sa mogućnošću slanja SMS poruka.

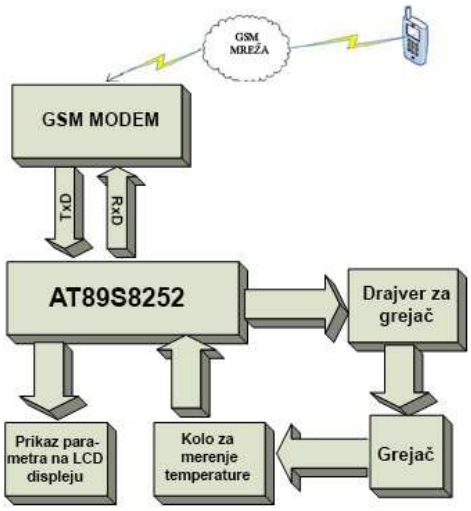
Drugi format slanja je PDU (Protocol Pescription Unit). Ovde je primenjen binarni format za slanje podataka.

U ovom radu će biti opisana realizacija mikrokontrolerskog upravljačkog sistema za regulaciju temperature preko GSM mreže putem SMS servisa. Posebno se pokazala velika upotrebna vrednost ovakvog uređaja za monitoring i regulaciju temperature u prostorijama u kojima se čuvaju eksplozivne, radioaktivne i druge hemijski opasne materije.

II. UPRAVLJAČKI SISTEM SA GSM MODEMOM

Uređaj je iz više celina, koji su u vidu blok dijagrama predstavljeni na slici 1. Mobilni telefon preko GSM mreže, putem SMS poruke komunicira sa modemom zadajući mu komande. Korišćen je GSM modem SIEMENS MC35i. Modem preko RS 232 komunikacije putem signala RxD i TxD, koji se prenose preko kola MAX232 (koristi se za prilagođavanje naponskih nivoa), komunicira s mikrokontrolerom AT89S8252. Ova komunikacija je dvosmerna.

Jovan Krstić je učenik drugog razreda ETŠ “Nikola Tesla” Niš, smer Tehničar mehatronike, Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Srbija, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs



Slika 1. Blok dijagram realizovanog uređaja

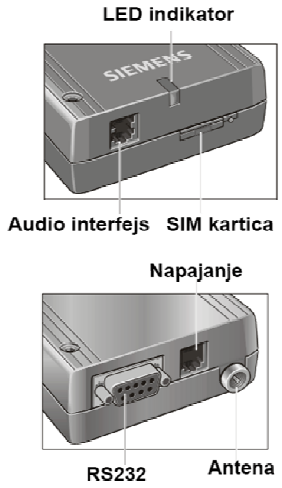
Kontroler dekodira dobijenu poruku i u skladu s tim generiše potrebne signale za pokretanje relea grejača. Pomoću kola DS18S20 (digitalni senor temperature) kontroler dobija informaciju o stvarnoj temperaturi. Kontroler istovremeno odgovarajuće parametre prikazuje na LCD displeju i generiše poruku koja se putem GSM modema može poslati korisniku na mobilni telefon.



Slika 2. Izgled realizovanog uređaja

A. GSM modem Siemens MC35i

Na slici.3 prikazan je izgled modema SIEMENS MC35i koji služi za prijem i slanje SMS poruka kojima se kontroliše temperatura.



Slika 3. Izgled GSM modema MC35i

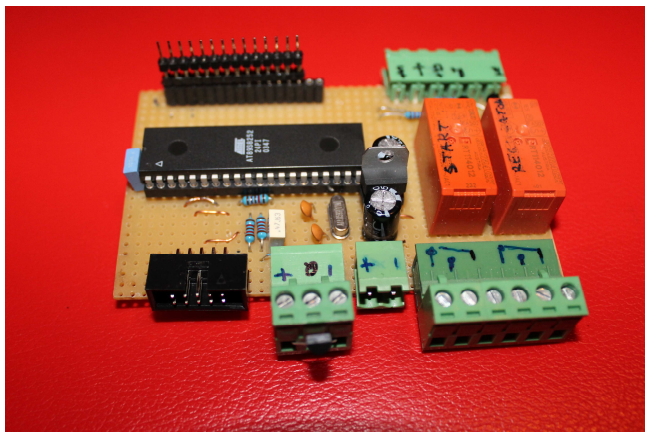
Na prednjem panelu nalazi se LED indikator, koji služi za signalizaciju rada modema i mesto gde se stavlja SIM kartica. Na zadnjem panelu nalazi se konektor za antenu, konektor za napajanje i konektor za RS232 komunikaciju, preko koga modem komunicira sa kontrolerom AT89S8252. Komande pomoću kojih se upravlja SIEMENS-ovim modemom nazivaju se AT.komande. Set komandi koji se najćešće upotrebljavaju prikazan je u primeru 1.

PRIMER I
AT KOMANDE ZA SIEMENS MC35I

```
AT  // Zahtev za AT  komande.
OK // Odgovor  GSM terminala.
AT+CMGF=1 //Definicija Text moda.
OK // Odgovor  GSM terminala.
AT+CMGL // Naredba za listanj nepročitane poruke.
//Format nepročitane poruke je sledeći:
+CMGL: 24,"REC  //Broj poruke u memoriji.
UNREAD","+38163xxxxxx",,"13/10/07,16:15:05+08"
 !T=56 //Text poruke i broj sa koga je poslata poruka.
AT+CMGD=24 // Brisanje poruke iz memorije.
OK// Odgovor  GSM terminala.
```

B. Mikrokontroler AT89S8252

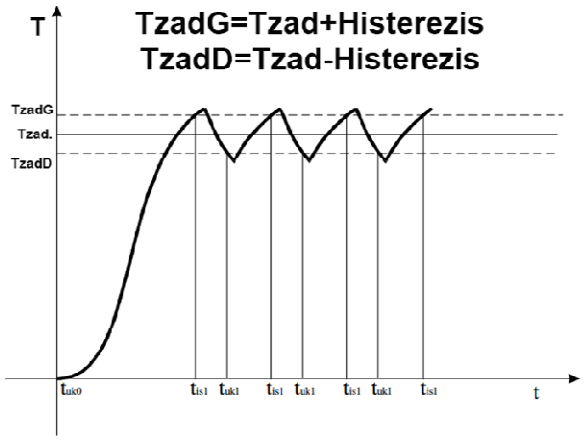
AT89S8252 mikrokontroler spada u grupu 8-bitnih mikrokontrolera. Izabran je ovaj mikrokontroler zbog niske cene, dovoljan broj ulazno/izlaznih portova, dovoljno fleš memorije, posedovanje EEPROM-a i jednostavne RS232 komunikacije.



Slika 4. CPU AT89S8252

C. Merenje i regulacija temperature

Korišćen je način ON/OFF regulacije temperature sa histerezisom. Histerezis se koristi pri ON/OFF regulaciji kao način za definisanje granice dozvoljenog odstupanja. Isključenje grejača pri maksimalnoj vrednosti, uključenje pri minimalnoj zadatoj vrednosti i pri startu regulacije.



Slika 5. Odstupanja minimuma i maksimuma usled kašnjenja

D. Digitalni senzor temperature DS18S20

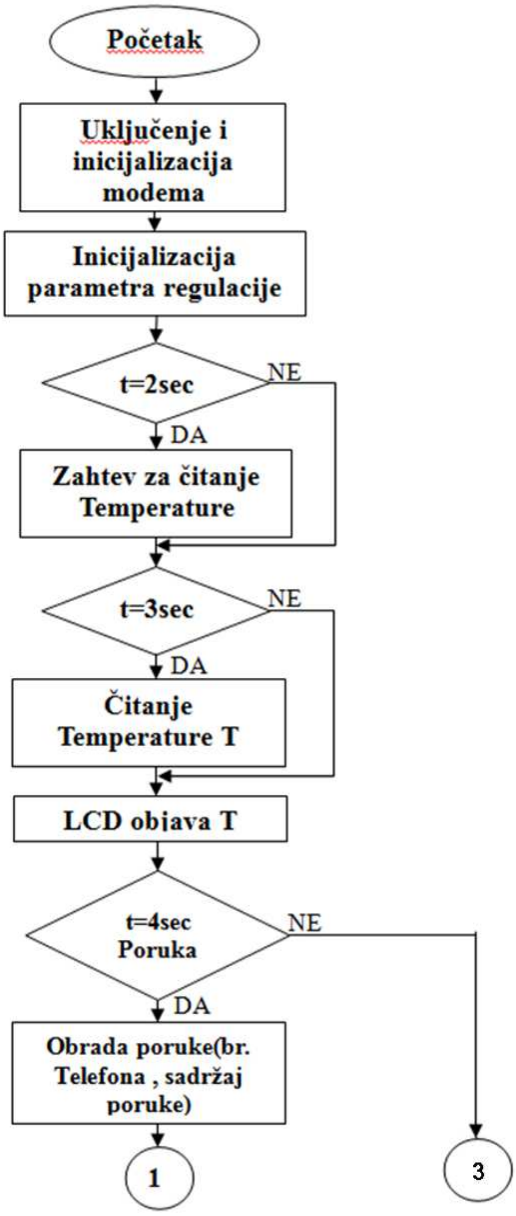
DS18S20 funkcioniše tako što upoređuje vrednosti dva nezavisna oscilatora (jedan temperaturno stabilan, a drugi temperaturno zavistan). Dobijena temperatura može se očitati u Temperature_LSB i Temperature_MSB registru, sa tim što Temperatura_MSB registar u sebi sadrži samo podatak o pozitivnoj/negativnoj temperaturi. DS18S20 prilikom merenja zaokružuje vrednost temperature u Temperature_LSB registru na najpribližniju vrednost. Time se jenostavnijim očitavanjem postiže maksimalna rezolucija 0,5*C. Pored ovih, DS18S20 u sebi ima još nekoliko registra i moguće je postići bolju rezoluciju. U radu je obrađen prvi način regulacije zbog zadavanja temperaturne rezolucije 1*C. Komunikacija kontrolera i senzora je po One-Wire protokolu.

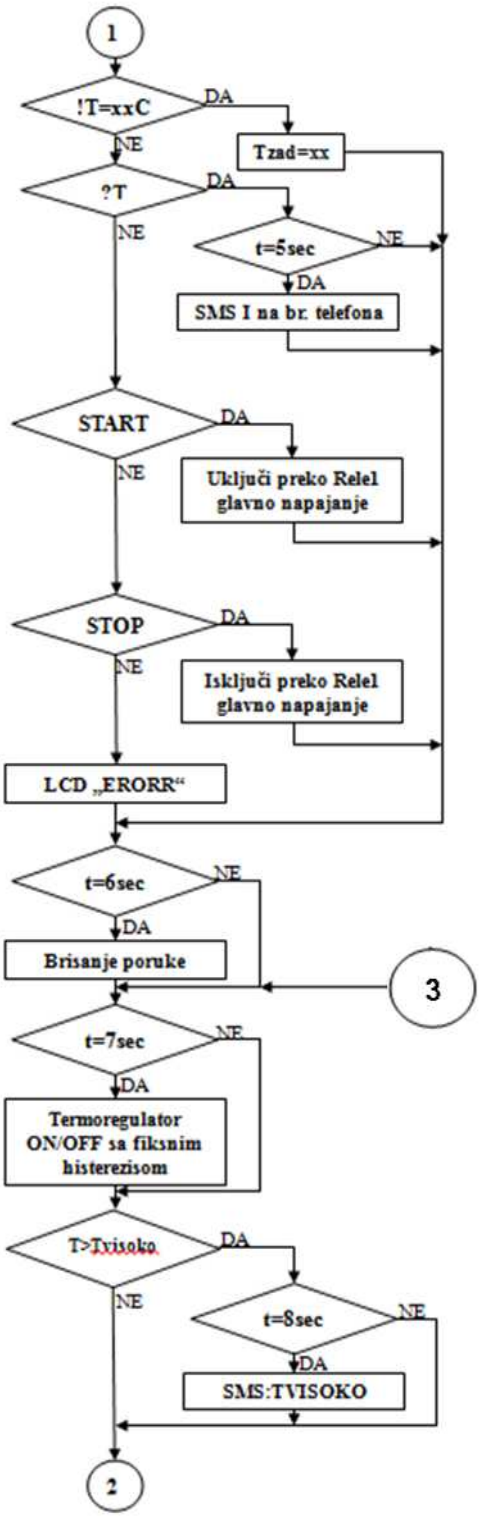
III. SOFTVER MIKROKONTROLERA

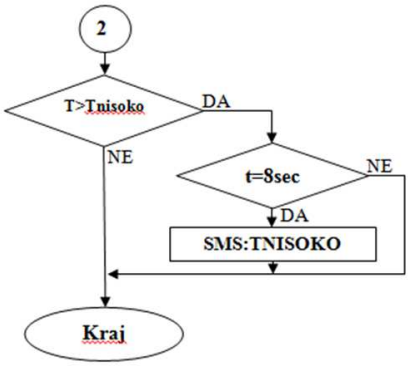
Softver je napisan u programskom jeziku BASCOM 8051. Uređaj je projektovan da radi na sledeće komande:

- START – komanda za startovanje termoregulatora
- STOP – komanda za zaustavlanje termoregulatora
- STATUS – komanda za proveru stanja termoregulatora
- !T=xxC - zadavanje željenje temperature
- ?T - očitavanje stvarne trenutne temperature
- T VISOKO – postignuta gornja granična tempertura
- T NISKO – postignuta donja granična temperatura

Na slici 6 dat je algoritam izvršenja softvera.

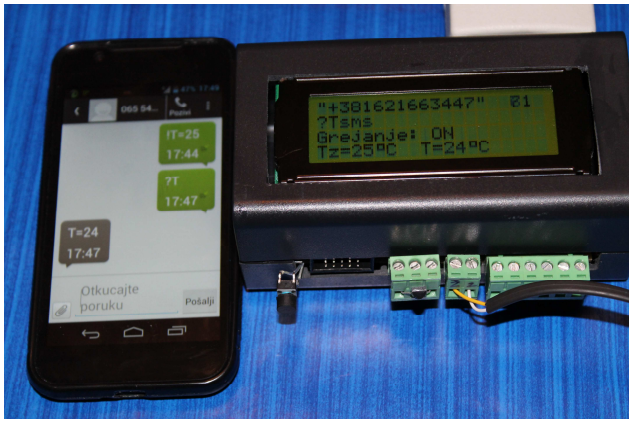






Slika 6. Algoritam izvršenja softvera

Izgled LCD dipleja prikazan je na slici 7.



Slika 7. LCD displej uređaja

IV. Zaključak

Predstavljeno rešenje GSM kontrole termoregulatora nudi niz prednosti koje su u saglasnosti savremene kontrole i vođenja procesa regulacije temperature. Visoki stepen integracije hardvera nudi mogućnost softverskog prilagođenja regulacije i drugih analognih veličina. Uređaj ima malu potrošnju tako da može da radi na udaljenim i problematičnim mestima i po nestanku električne energije.

Zahvalnica

Autor se zahvaljuje svom mentoru prof. Radmili Mitić na pruženoj pomoći i korisnim sugestijama pri izradi ovog rada kao i nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku na stručnim savetima i korisnim sugestijama, posebno Sanji Aleksić i Danijelu Dankoviću.

Literatura

[1] Slobodan Vukosavić, GSM kontroler zasnovan na ATMEGA16 procesoru. [On Line] Dostupno na: http://emp.etf.rs/radovi/Diplomski/GSMdiplomski%20rad.pdf

[2] Vladimir Mitrovič, Jurij Mikeln, Programiranje mikrokontrolera programskim jezikom BASCOM 8051

[3] Atmel, datasheet. [On Line] Dostupno na: http://measure.feld.cvut.cz/cs/system/files/files/cs/vyuka/predmety/x38mip/AT89S8252.pdf

[4] Aleksandar Ristić, ON/OFF regulacija. [On Line] Dostupno na: http://ccd.uns.ac.rs/aus/sauGIG/sau_doc/Geomatika/07_On_Off_Regulacija.pdf

[5] Vladimir Rajs, Vladimir Milosavljević, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov, Sistem za kontrolu rada DC motora putem SMS-a. [On Line] Dostupno na: http://www.automatika.rs/projekti/svi-projekti/sistem-za-kontrolu-rada-dc-motora-putem-sms-a.html

[6] Stevan Marinković, Vladimir Balović, Dušan Stojković, Ivan Vasić, Marko Dimitrijević, Mikrokontrolerski sistem za regulaciju temperature sa GSM podrškom. [On Line] Dostupno na: http://leda.elfak.ni.ac.rs/people/marko/articles/Mikrokontrolerski%20sistem%20za%20regulaciju%20temperature%20sa%20GSM%20podrskom.pdf

[7] **S**tojan Trifunović**,** Povećanje preciznosti DS18S20 digitalnog senzora temperature. [On Line] Dostupno na: http://www.ptt.rs/korisnici/t/r/trifunov/ds18s20/Povecanje_preciznosti_DS18S20.pdf

[8] Jovan Krstic, Razvoj GSM kontrolera u laboratoriskim uslovima. [On Line] Dostupno na: http://talentinis.edu.rs/wp-content/uploads/2013/05/Rad-Krsti%C4%87-Jovan2.pdf

[9] MC35i Terminal Siemens Cellular Engine http://www.mobilesolutions.ch/fileadmin/user_upload/pdf/wm/siemens/MC35i_Terminal_User_guide.pdf

[10] DS18S20 datasheet http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf

[11] MAX232 datasheet http://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf

Izrada Van De Grafov-og generatora u laboratorijskim uslovima

L. Petrović, J. Krstić, M. Mihajlović, R.Mitić, V. Dimić

Sadržaj - Potreba za upoznavanjem i razumevanjem sveta u kome živimo pokreće brojna istraživanja koja se sprovode sa ciljem upoznavanja strukture atoma. Jedan od načina istraživanja je i korišćenje akceleratora koji omogućavaju ispitivanje tajni atomskog jezgra. Van de Grafov akceleratora je jedan od prvih akcelerator čija realizacija je predstavljena u radu.

I. UVOD

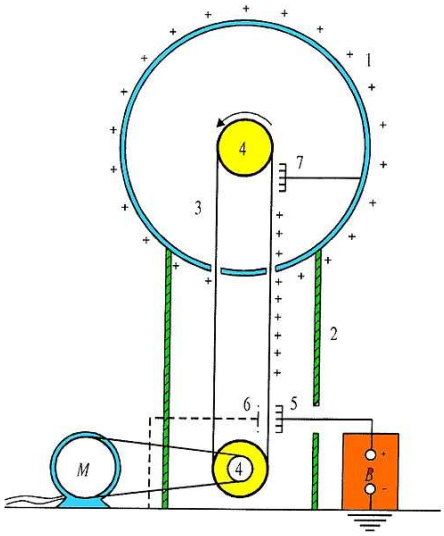
Akceleratori su uređaji koji, pomoću električnog i magnetnog polja, ubrzavaju naelektrisane čestice do velikih brzina, nekada čak i do brzina koje su nešto manje od brzine svetlosti. Ovi uređaji omogućuju ispitivanje tajni atomskog jezgra, strukture protona i neutrona, sila koje svu tu gomilu čestica drže na okupu i još mnogo, mnogo toga. U akceleratorima se najčešće ubrzavaju elektroni, protoni i jezgra lakih elemenata (deuteroni i alfa čestice), ali postoje i akceleratori u kojima se ubrzavaju i teži joni (ugljenik, kiseonik, berilijum, neon, pa čak i olovo).

Dobro je poznato da svako telo koje se kreće ima energiju, tzv. kinetičku energiju koja je proporcionalna kvadratu brzine. Prema tome kad akcelerator ubrzava neku česticu on joj povećava energiju, i upravo ta energija je ono što je potrebno za dalja istraživanja. Suština eksperimenata u akceleratorima je da se čestice velikom brzinom sudare sa drugim česticama ili atomskim jezgrima. Prilikom tih sudara složene strukture se raspadaju na sve sitnije delove. Osim toga što sudari omogućavaju da vidimo "sastavne delove" neke složene čestice od energije koja se oslobodi mogu nastati i neke druge čestice koje nisu ulazile u sastav onih koje su se sudarile (ovo je tzv. proces kreacije čestica).

Van de Grafov akcelerator spada u tzv. elektrostatičke akceleratore. Rad ovog akceleratora zasniva se na definiciji potencijala provodnika, prema kojoj je potencijal rad koji treba izvršiti da bi se jedinično naelektrisanje prenelo sa provodnika u beskonačnost. Na Van de Grafovom akceleratoru naelektrisanje se pomoću šiljka od izvora prenosi na pokretnu izolacionu traku. Ovom trakom naelektrisanje se transportuje do sabirne elektrode koja ga skuplja i odvodi do šuplje elektrode. Na ovaj način može se postići izuzetno velika razlika potencijala (reda $7 \cdot 10^6$ V) koja se kasnije koristi za ubrzavanje čestica. Postoji tzv. i tandem Van de Grafov akcelerator koji je kombinacija dva Van de Grafova akceleratora. Za razliku od običnog akceleratora u kome se ubrzavaju pozitivni joni, tandem akcelerator počinje da ubrzava negativne jone. U centralnom delu joni gube elektrone (u sudaru sa nekim gasom ili pri prolasku kroz tanak ugljeni sloj) i postaju pozitivni. Sada drugi deo tandem akceleratora ubrzava dobijene pozitivne jone. Energija koja se može dostići na ovaj način iznosi oko 14MeV što je omogućilo veliku primenu Van de Grafovog akceleratora u nuklearnoj fizici. Šema Van De Graf-ovog generator prikazana je na slici 1.

Lazar Petrović, Jovan Krstić, Mladen Mihajlović su učenici ETŠ -Nikola Tesla, Niš, smer Tehničar mehatronike,

Radmila Mitić i Violeta Dimić su nastavnici ETŠ-Nikola Tesla- Niš A.Medvedeva 18, 18000 Niš, Srbija, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs



Slika 1. Šema Van De Graf-ovog generatora.

II. SASTAV VAN DE GRAF-OVOG GENERATORA

Van De Graf-ov generator se sastoji iz više elektro-mehaničkih delova koji su prikazani na slici 1, i njihova lista je data u tabeli 1.

TABELA 1
LISTA KOMPONENTI VAN DE GRAF-OVOG GENERATORA

Komponente	Naziv
1.	Suplja elektroda
2.	IzolatoOznaka rski stub
3.	Gumena traka
4.	Valjci različitih materijala
5.	Sistem šiljaka povezan sa uzemljivačem
6.	Uzemljivač
7.	Sabirna elektroda
M	Elektromotor

A. Šuplja elektroda

Šuplja elekrtroda je provodnik sfernog oblika koji preuzima naelektrisanja od sabirne elektrode i transportuje ga u beskonačnost.

B. Izolatorski stub

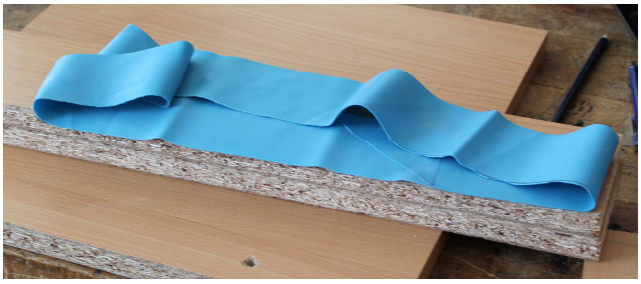
Izolatorski stub se koristi kao izolacija izmedju šuplje elektrode i sistema šiljaka. Mi smo koristili univer ploče kao izolatorski stub zbog veoma niske cene izrade (slika 2).



Slika 2.Izolatorski stub.

C. Gumena traka

Gumena traka se koristi za prenošenje naelektrisanja od sistema šiljaka ka sabirnoj elektrodi.



Slika 3.Gumena traka.

D. Valjci

Valjci su izradjeni od izolatorskih materijala i presvučeni aluminijumskom i teflonskom folijom. Valjak koji je obavijen folijom služi kao element 6 na slici 1. Izgled valjka je prikazan na slici 4.



Slika 4.Valjci.

E. Sistem šiljaka

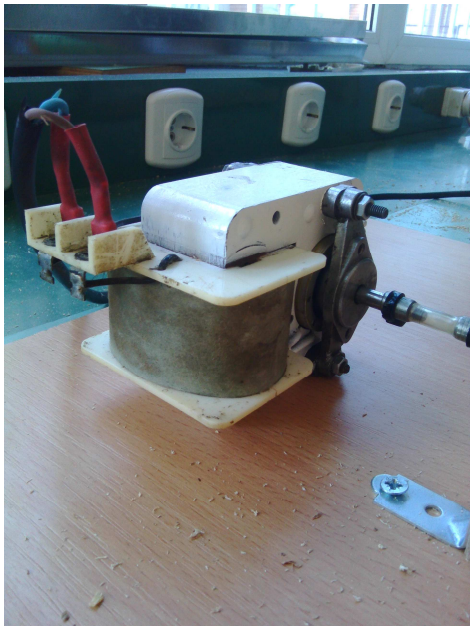
Sistem šiljaka je izradjen od provodnika i služi da bi sakupio negativno naelektrisane čestice, a potom traka postaje pozitivno naelektrisana.

F. Sabirna elektroda

Sabirna elektroda je sistem šiljaka koji je povezan sa šupljim provodnikom, on sakuplja pozitivno naelektrisane čestice, a potom ih predaje šupljem provodniku.

G. Elektromotor

Elektromotor je sa jedne strane povezan na napon od 220V, a sa druge strane je preko creva povezan sa donjim valjkom. Izgled elektromotora je prikazan na slici 5.



Slika 5. Elektromotor.

III. NAČIN RADA VAN DE GRAF-OVOG GENERATORA

Generator se satoji iz velikog šupljeg provodnika, približno sfernog oblika, koji je postavljen na šupljem izolatorskom stubu. Unutar izolatorskog stuba se nalazi gumena traka koja je navučena na dva obrtna valjka, od kojih se donji pokreće elektromotorom. Kaiš igra ulogu prenosne kuglice elektrostatičkog generatora za vrlo visoke napone. Pokretni beskonačni kaiš se električki opterećuje pomoću sistema šiljaka, koji su provodnom vezom povezani sa jednim polom električnog izvora. Napon izvora je obično 10.000 do 20.000 V. Nasuprot šiljcima, sa druge strane kaiša, nalazi se uzemljena metalna ploča koja povećava efekt šiljaka i tako povećava količinu elektriciteta koji sa šiljaka prelazi na pokretni kaiš. Kada naelektrisanja koja nosi kaiš naiđu ispred sistema šiljaka povezanog sa unutrašnjom površinom šuplje elektrode, zahvaljujući dejstvu šiljaka ona prelaze na šuplju elektrodu i lokalizuju se na njenoj spoljašnjoj površini. Realizovani Van De Grafov generator prikazan je na slici 6.



Slika 6.Realizovani Van De Grafov generator

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan postupak za praktičnu realizaciju Van de Grafovog generatora. Ovim smo pokazali da je realizacija ovog generator moguća od strane učenika u laboratorijskim uslovima što učenicima približava upoznavanje i razumevanje rada datog generaora, što nam je i bio cilj kao i podsticanje učenika u daljem praktičnom radu.

ZAHVALNICA

Autori se zahvalju Ljubodragu Dimiću, projektantu firme INA Design & Engineering iz Novog Pazara, nastavnicima škole ETŠ ,,Nikola Tesla “ iz Niša i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu na stručnim savetima i korisnim sugestijama.

LITERATURA

[1] Kako rade akceleratori? [On Line] Dostupno na: http://www.svetnauke.org/98-kako-rade-akceleratori
[2] Akceleratori u nuklearnoj fizici. [On Line] Dostupno na: http://www.df.uns.ac.rs/files/200/krunija_papic_-_diplomski_rad_%28d-503%29.pdf
[3] Van de Graaff generator. [On Line] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Van_de_Graaff_generator

Upotreba NI sbRIO-9642 ploče i programskog okruženja LabVIEW

Igor Đorđević

Sadržaj – U ovom radu je prikazana razvojna platforma NI Single-Board RIO-9642. Opisane su njene osnovne karakteristike, i mogućnosti. Takođe predstavljeno je i programsko okruženje LabVIEW. Dat je i primer upotrebe u sistemu za snimanje karakteristike opterećenja trakastog točka na podlogu.

I. UVOD

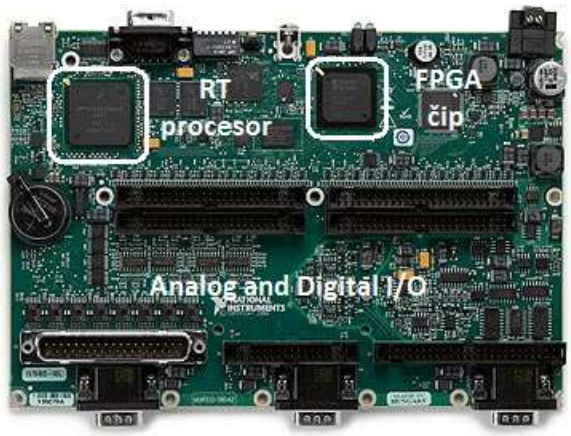
NI Single-Board RIO (Reconfigurable I/O) je serija proizvoda američke kompanije National Instruments. Zajedničko im je da su na jednoj štampanoj ploči ugrađeni procesor, FPGA čip kao i konektori za pristup ulaznim i izlaznim portovima: kako digitalnim tako i analognim. Poseduje čak 110 digitalnih I/O linija, 4 analogna izlaza i 32 analogna ulaza. Pored toga poseduje mogućnost proširenja dodatnim modulima i time se znatno proširuje spisak mogućnosti.

Sistem se obično programira primenom LabVIEW programa i može se upotrebiti u širokom spektru aplikacija za kontrolu i monitoring u realnom vremenu.

II. OPIS PLOČE NI SBRIO-9642

Ploča (slika 1) se sastoji iz tri osnovne celine:

- Real-Time procesora (RT)
- Rekonfigurabilnog čipa (FPGA)
- Ulazno/Izlaznih konektora



Sl. 1. Ploča NI sbRIO-9642

Igor Đorđević je student na Elektronskom Fakultetu, Univerzitet u Nišu, Republika Srbija, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: igordj93@gmail.com

A. RT Procesor i osnovna specifikacija

Procesor radi na frekvenciji od 400 MHz. Na ploči je ugrađeno 256 MB memorije za smeštaj podataka kao i 128 MB radne memorije. Za rad ploče potrebno je obezbediti jednosmeran napon od 24 V. Dimenzije su 209 mm x 93 mm x 17 mm. [1]

B. FPGA

FPGA (Field-Programmable Gate Array) predstavlja integrisano kolo, projektovano tako da se njegova unutrašnja struktura može konfigurisati od strane krajnjeg korisnika. Ros Friman (Ross Freeman) suosnivač kompanije Xilinx, prvi je izumeo FPGA 1985. godine. Definisanje unutrašnje strukture FPGA komponente se vrši uz pomoć HDL (Hardware Description Language) jezika ili šematskih dijagrama (npr. korišćenjem LabVIEW-a). Daleko je teže raditi sa HDL-om jer je potrebno duboko poznavanje dizajna hardvera.

Projektovanje od strane korisnika se svodi na specifikaciju jednostavne logičke funkcije za svaki logički blok pojedinačno, i selekciju zatvaranja prekidača u matrici međusobnih veza. Niz logičkih blokova i njihovih međusobnih veza formiraju gradivne blokove za kreiranje složenijih digitalnih sistema.

Upotreba FPGA komponenti je višestruka, a osnovna je da se može koristiti za implementaciju bilo koje logičke funkcije.

FPGA omogućava pristup hardverskim resursima tako da korisnik može definisati tajming, okidanje i sinhronizaciju svih ulazno/izlaznih modula uz digitalno procesiranje signala i brzu kontrolu. LabVIEW FPGA modul sadrži ugrađene funkcije za prenos podataka od FPGA-a ka RT procesoru za potrebe analiza u realnom vremenu, dodatnog procesiranja, logovanja podataka ili za komunikaciju sa umreženim računarima i drugim sistemima. To je potrebno zato što FPGA nema u sebi drajvere i osnovu kao što to imaju mikroprocesorska arhitektura i operativni sistemi. [2,3]

Na navedenoj RIO ploči nalazi se Xilinx Spartan-3 FPGA čip koji sadrži 46.080 logičkih ćelija i 720 kilobita radne memorije.

C. Ulazno/izlazni konektori

Ploča sadrži veći broj konektora putem kojih ostvaruje komunikaciju sa spoljašnjim uređajima. Sadrži 4

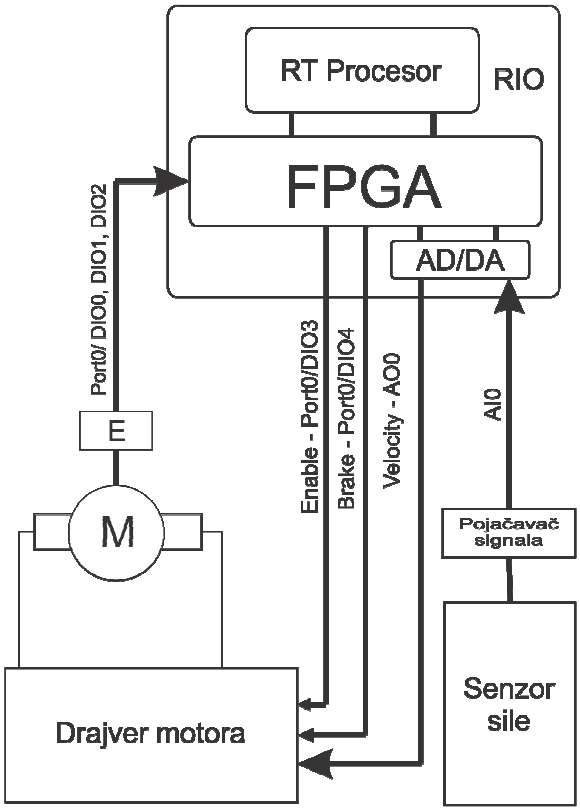
pedesetopinska konektora za digitalne ulazno/izlazne signale naponskog nivoa 3.3 V, dok je za ulaz i logičku jedinicu tolerancija 5 V. Poseduje i jedan konektor za 4 analogna izlaza i 32 analogna ulaza. Rezolucija AD i DA konverzije na ploči je 16 bita. Ovaj model poseduje i industrijske 24 V digitalne ulaze i izlaze, s tim što je za izlaze potrebno dodatno napajanje.

Za vezu sa računarom se može iskoristiti 10/100 Mb Ethernet port sa ugrađenim FTP i HTTP serverom. Poseduje još i RS232 serijski port za periferije i 3 posebna konektora za dodatne module. [1]

III. Opis sistema za merenje

Sistem, opisan u ovom radu, meri vertikalnu komponentu sile kojom trakasti točak (WHEG) pritiska podlogu i snima je u programu LabVIEW, zajedno sa podacima o brzini i smeru okretanja točka. Ispitane su sve komponente sistema pojedinačno i njihova funkcionalnost. Sledeća faza u realizaciji sistema je spajanje komponenti u celinu, a nakon toga merenje i obrada rezultata merenja.

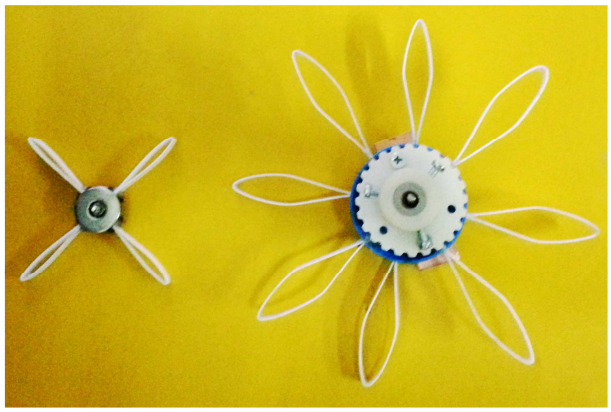
Centralno mesto hardverskog dela sistema čini RIO ploča (slika 2). Ona šalje odgovarajuće upravljačke signale drajveru motora, a sa druge strane prikuplja informacije od senzora sile i enkodera (E) koji je priključen na motor.



Sl. 2. Uprošćena blok šema sistema

Upravljanje motorom vrši se preko drajvera. Drajveru su potrebna tri signala: dva digitalna i jedan analogni. Jedan od njih je ENABLE koji mora biti postavljen na logičku jedinicu da bi drajver bio u funkciji. Drugi je BRAKE odnosno kočnica koji treba biti postavljen na nulu da bi se motor kretao. U suprotnom, dat je signal za kočenje i motor se zaustavlja. Treći signal je analogni i praktično određuje brzinu motora. Njegove vrednosti se kreću u opsegu ± 10 V, gde su moguća dva smera rotacije u zavisnosti od znaka signala.

Pošto sâm drajver nema potpunu kontrolu nad brzinom motora, jer se menja u zavisnosti od spoljašnjeg opterećenja, bilo je potrebno obezbediti povratnu spregu. To je učinjeno pomoću enkodera HP HEDS-5310 [4] i PID algoritma koji se izvršava na procesoru. Pomoću inkrementalnog rotacionog enkodera i njegovih signala, izračunava se trenutna brzina okretanja motora. Ovaj enkoder daje 500 impulsa po okretaju.



Sl. 3. Osovina sa trakama

Sa druge strane, na motor je prikačena osovina sa radijalno postavljenim plastičnim, ali savitljivim trakama prikazana na slici 3. Sama osovina kao i motor i enkoder, imaju neku težinu koju senzor sile PW6DC3 [5] registruje. U trenutku kada traka dodirne podlogu, opterećenje se smanji i senzor sile registruje ovu promenu. Promena se prati kroz vreme, i to za različite rasporede traka na osovini. Za pojačanje signala sa senzora upotrebljen je instrumentacioni pojačavač INA125 koji je podešen da na izlazu daje napon od 0 do 10V.

Veza ploče sa računarom je ostvarena pomoću Ethernet kabla.

IV. Softverska podrška

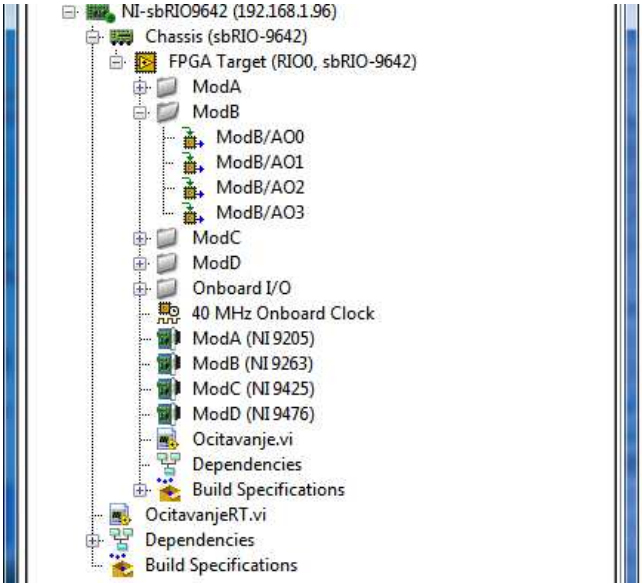
LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) je grafički orijentisan programski jezik koji koristi ikonice umesto linija koda za kreiranje aplikacija. Umesto pisanih instrukcija, koristi se tok podataka (data-flow) dijagram za pisanje koda. Aplikacija se sastoji od korisničkog interfejsa (front-panel) i blok dijagrama koji u stvari predstavlja „kod“ programa.

U LabVIEW- u, korisnički interfejs se kreira iz gotovog seta kontrola, indikatora i objekata (prekidači,

grafici, digitalne kontrole, itd.). Kada se isprojektuje interfejs, tada se u prozoru blok dijagrama logički povezuju kontrole i uslovi izvršavanja programa. Pošto se u blok dijagramu koristi tok podataka, upravo on određuje redosled izvršavanja delova programa. [6]

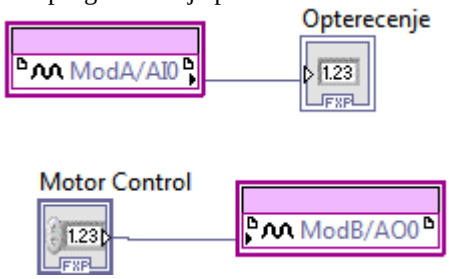
Aplikacija za kontrolu i prikupljanje podataka odrađena u LabVIEW-u 2011 se sastoji iz dve celine. Prva se izvršava na FPGA čipu, a druga na RT procesoru. U delu koji se izvršava na FPGA čipu, vrši se čitanje svih signala koji stižu na ploču, kao i slanje signala sa nje. To je zato što FPGA direktno komunicira sa svim pinovima na ploči. Inače prednost FPGA se ogleda u tome da se postiže veća fleksibilnost u prikupljanju i slanju informacija. FPGA može paralelno da izvršava više zadataka za razliku od klasičnih procesora, a razlog leži u samoj strukturi kola. To je pravo programabilno integrisano kolo. Na FPGA čipu se takođe izračunava trenutna brzina okretanja motora, pomoću signala koji stižu od enkodera [7]. Sve trenutne vrednosti signala se prosleđuju dalje procesoru.

U delu aplikacije koji se izvršava na procesoru je odrađen celokupan interfejs. Preko interfejsa se zadaje željena brzina motora, kao i komande za njegovo pokretanje i zaustavljanje. Prikazuje se brzina motora kao i zavisnost vrednosti koje očitava senzor sile od vremena.



Sl. 4. Struktura LabVIEW projekta

Na slici 4 prikazana je struktura projekta u vidu stabla u programu LabVIEW. Najviši nivo čini sama RIO ploča, dok se ispod nje nalazi tzv. Šasija i u okviru šasije FPGA target. Može se videti ukupno 5 foldera koji su vezani za FPGA target. U njima se nalaze veze sa odgovarajućim stvarnim pinovima na ploči. Konkretno, na slici je prikazana lista od 4 analogna izlaza AO0-AO3, koliko ih ploča i sadrži. Jednostavnim prevlačenjem na blok dijagram i ostvarivanjem veza sa odgovarajućim indikatorima, konstantama ili kontrolama kontroliše se tok signala kroz program. To je prikazano na slici 5.



Sl. 5. Deo LabVIEW „koda“

Za realizaciju pomenutog projekta korišćen je LabVIEW verzija 2011 sa modulima: Real-Time Module, FPGA Module i PID and Fuzzy Logic Toolkit.

V. Zaključak

Cilj ovog rada je upoznavanje sa pločom NI sbRIO-9642, njenim mogućnostima kao i radom u razvojnom okruženju NI LabVIEW. Pokazalo se da je vreme potrebno za razvoj aplikacija u LabVIEW-u znatno kraće nego korišćenje drugih softverskih alata. Vrlo je pregledno a što je najznačajnije aplikacije se razvijaju grafički. Ploča nudi veliki broj mogućnosti zbog različitosti signala sa kojima može da radi, a velika prednost je i postojanje programabilnog FPGA čipa.

Zahvalnica

Zahvaljujem se prof. dr Goranu S. Đorđeviću, Miroslavu Božiću i Darku Todoroviću iz Laboratorije za robotiku na Elektronskom fakultetu u Nišu na sugestijama koje su mi pružili pri izradi ovog rada.

Literatura

[1] NI sbRIO-9642/9642XT Embedded Device [On-Line] http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/sr/nid/205900.
[2] FPGA Fundamentals [On-Line] http://www.ni.com/white-paper/6983/en.
[3] Predavanje iz predmeta Embedded sistemi. FPGA kola [On-Line] http://es.elfak.ni.ac.rs/es/Materijal/Pog.20-FPGA%20kola.pdf.
[4] HP HEDS-5000 Series Optical Encoders [On-Line] http://www.telusplanet.net/public/mcpheej/HP_HEDS_5000_Series/HEDS_5000_Optical_Encoders.pdf.
[5] PW6D single point load cell [On-Line] http://elexsys.co.za/view/fileDownload/products_datasheet_38.
[6] Getting Started with CompactRIO and LabVIEW [On-Line] http://www.ni.com/pdf/manuals/372596b.pdf.
[7] Quadrature Encoder Velocity and Acceleration with LabVIEW FPGA [On-Line] http://zone.ni.com/devzone/cda/epd/p/id/1580.

Laboratorijska maketa eskalatora

M. Ljubomirović, K. Cvetković, S. Petrović, N. Dinić

Sadržaj – Rad opisuje realizaciju laboratorijske makete eskalatora (pokretnih stepenica) koje simuliraju princip rada realnog sistema. Predviđena su dva režima rada : nominalni radni režim (gde se eskalator kreće naviše kada detektuje korisnika), i servisni režim (gde je moguće ručno upravljati sistem). Maketa se sastoji od upravljačkog uređaja i mehaničkog sklopa. Sistem je baziran na TWIDO PLC kontroleru.

I. UVOD

Sistemi pokretnih stepenica počeli su sa razvojem u prvoj polovini 19. veka u Americi, gde je kompanija Otis konstruisala prvi eskalator. Kako se tehnika svakodnevno razvija, tako i eskalatori postaju sve moderniji.[1] Optimizacija sistema diktira razne zahteve za koje se generišu rešenja i time poboljšavaju performanse. Kod sistema eskalatora najčešće se vrši minimizacija dimenzija. U ovom radu, optimizuje se:

a) Potrošnja električne energije – sistem sadrži potpatosne senzore koji detektuju korisnika. Time se ostvaruje da sistem bude u pogonu samo kada korisnik naiđe na pokretne stepenice. U slučaju da nema korisnika, sistem stoji, što znači da ne troši energiju.
b) Vreme potrebno za servis – eskalatori su u sprezi sa *twido PLC kontrolerom* i *Magelis* ekranom osetljivim na dodir, čime se skraćuje vreme servisa i pruža grafička podrška režima rada kao i detekcija greške u slučaju neispravnog servisa.

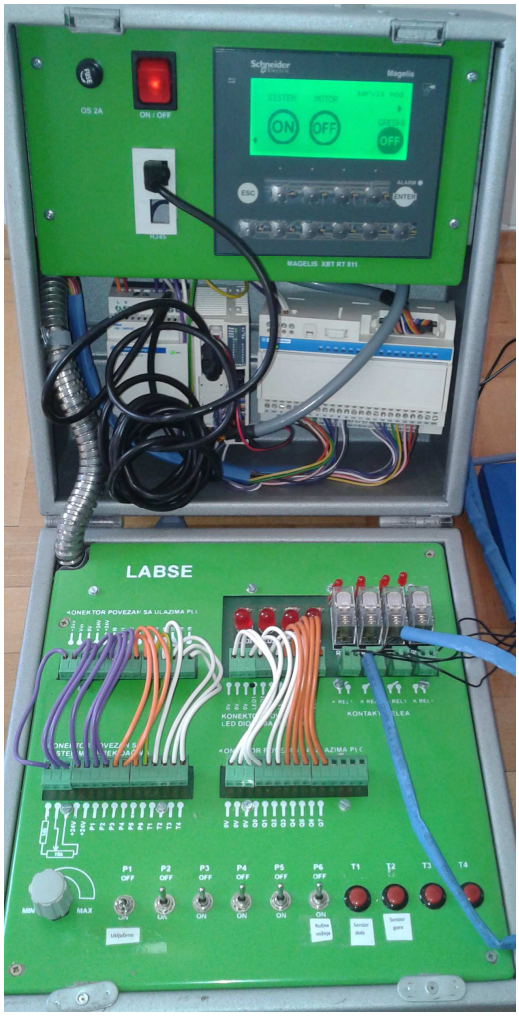
II. REALIZACIJA

Laboratorijska maketa eskalatora se sastoji od:

a) Mehaničkog dela (slika 1), koji obuhvata drvene bokove i osovinu, jednosmerni motor spregnut sa reduktorom na čijem je vratilu nasađen pogonski valjak. Pokretni deo simulira traka nategnuta između pogonskog i nosećeg valjka.
b) Upravljačkog uređaja (slika 2). Upravljački uređaj je preuzet sa katedre za *modeliranje i simulaciju dinamičkih sistema*, Elektronskog Fakulteta u Nišu. Upravljački uređaj se sastoji od Twido PLC kontrolera, Magelis terminala osetljivog na dodir, Phaseo napajanja upravljačkog uređaja, modula za ostvarenje komunikacije, četiri relea, osam dioda, potenciometra, šest prekidača i četiri dugmeta.



Slika 1. Mehanika sistema.



Slika 2. Upravljački modul sistema.

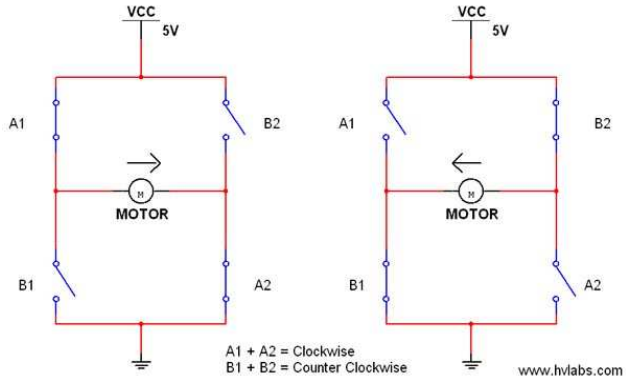
M. Ljubomirović je master inž. Elektrotehnike i računarstva. Realizovao je elektronski i softverski deo projekta i bio vodeći kadar razvoja. milos89ljubomirovic@gmail.com

K. Cvetković je student Fakulteta za Pravne i Poslovne Studije u Nišu. Realizovala je izveštaj projekta.

S. Petrović i N. Dinić su studenti Elektronskog Fakulteta u Nišu. Realizovali su mehanički deo projekta.

A. Energetski modul

Aktuator laboratorijske makete eskalatora predstavlja jednosmerni motor male snage. Motor se napaja preko adaptera na kome je moguće podesiti izlazni napon u opsegu od 1.5V-12V čime se menja i brzina obrtanja vratila motora. Kako bi brzina obrtanja trake bila vizuelno identična brzini realnih pokretnih stepenica, izlazni napon adaptera je podešen na 3V. Za pokretanje motora iskorišćena je tehnika H mosta (slika 3) gde se kao prekidači koriste OMRON releji upravljani od strane PLC kontrolera.



Slika 3. Upravljanje jednosmernim motorom tehnikom H mosta.

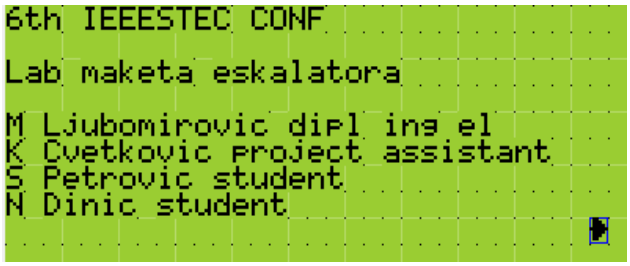
B. Algoritam rada

Za programiranje PLC kontrolera se koristi Twido Suite softver u kome se vrši lestvičasto programiranje kontrolera. Osnovni koncept programskog dela je sledeći:

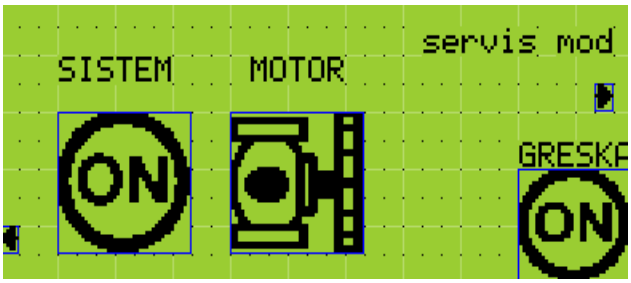
- Pitanje da li je sistem aktivan;
- Ako je sistem aktivan, ulazi se u nominalni režim rada (eskalatori se kreću naviše) u kome, kada senzor na dnu detektuje korisnika, motor radi i pokreće stepenište naviše sve dok senzor na vrhu ne identifikuje da je korisnik stigao. Program koristi brojač kojim se obezbeđuje da je motor aktivan sve dok je razlika *senzor na dnu* minus *senzor na vrhu* pozitivna. Time se obezbeđuje da motor stane tek kada na stepeništu ne bude korisnika;
- Pomoću panela se prelazi na servisni mod, aktivira se reviziona vožnja, čime se blokira rad senzora;
- U servisnom režimu se pomoću prekidača ručno pokreće motor. Promena smera se može vršiti na panelu;
- Nakon završene servisne vožnje, neophodno je vratiti sve parametre za rad u nominalnom režimu: podesiti smer motora naviše, isključiti prekidač za ručnu vožnju i deaktivirati revizionu vožnju pritiskom na panel.
- Sistem potom radi u nominalnom režimu sve dok je prekidač za aktivaciju sistema uključen.

C. Grafička podrška

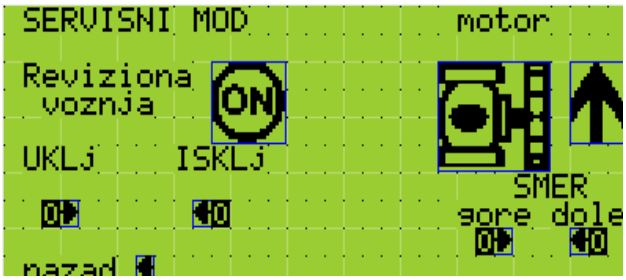
Grafičku podršku režima rada obezbeđuje Magelis terminal osetljiv na dodir. Programiranje panela vrši se pomoću Vijeo Designer softvera. Realizovani paneli dati su na slici 4.



Slika 4a. Prvi panel Magelisa-uvodni panel.



Slika 4b. Drugi panel Magelisa-prikaz nominalnog režima.



Slika 4c. Treći panel Magelisa-prikaz servisnog režima.



Slika 4d. Četvrti panel Magelisa-Informacija o uspešnom servisu.

Prilikom pokretanja upravljačkog uređaja dobija se prikaz dat na slici 4a na kojoj se nalaze informacije o konferenciji i autorima. Prelaskom na naredni panel dobija se prikaz kao na slici 4b. Slika prikazuje nominalni radni režim i, ukoliko se detektuje korisnik (aktivira senzor na

dnu eskalatora), motor se pokreće i sistem je u pogonu. Senzor na dnu se simulira naznačenim dugmetom na upravljačkom uređaju. Takođe je naznačeno dugme za simulaciju senzora na vrhu. Prelaskom na naredni panel dobija se prikaz na slici 4c. U ovom panelu je ponuđen servis eskalatora tako što se na panelu aktivira reviziona vožnja. Pomoću označenog prekidača na upravljačkom uređaju moguće je ručno pokretati motor. Takođe se na panelu može menjati smer pokretne trake. Nakon izvršenog servisa, pritiskom na "nazad" dobija se prikaz dat na slici 4d. Ovaj panel obaveštava korisnika da li je servis uspešno odrađen, odnosno da li je sistem sposoban da radi u nominalnom režimu. Ukoliko je prikazano "STOP", znači da se korisnik mora vratiti u servisni režim i prepodesiti parametre. Ako se pojavi "sunce", sistem može raditi u nominalnom režimu. Naznačeni prekidaći na upravljačkom uređaju dati su na slici 5.



Slika 5. Naznačeni prekidači na upravljačkom uređaju.

D. Ideje nadgradnje

Eskalatorima je uvek moguće unaprediti performanse. Pošto se rad ograničava na laboratorijsku maketu eskalatora, nadgradnja bi pre svega obuhvatila regulaciju brzine obrtanja motora, odnosno pokretnog mehanizma. Pomoću tahogeneratora ili enkodera moguće je dobiti informaciju o brzini obrtanja pokretnog dela, čime bi se sistem mogao klasifikovati kao sistem sa zatvorenom povratnom spregom po stanju. Naravno, informacija o brzini obrtanja bi morala da uđe i u programski deo. Podešavanje brzine motora moguće je vršiti potenciometrom na upravljačkom uređaju.

III. ZAKLJUČAK

Eskalatori se svakodnevno razvijaju i optimizuju prema određenim zahtevima. Razvoj energetske elektronike i moćnih frekventnih regulatora omogućuje razna rešenja za poboljšanje performansi eskalatora.

Laboratorijska maketa eskalatora optimizuje vreme servisa i količinu utrošene energije tokom rada. Količina utrošene energije smanjuje se potpatosnim senzorima na dnu i vrhu eskalatora. Senzori se simuliraju pomoću dugmadi na upravljačkom uređaju. Brzina servisa se smanjuje pomoću grafičke podrške kojom se vrši i nadzor rada sistema.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju profesorima i asistentima sa katedre za automatiku, Elektronskog Fakulteta u Nišu. Posebno se zahvaljujemo Prof. Dr. Milici Naumović na stručnim savetima, kao i Prof. Dr. Zoranu Jovanoviću koji je omogućio autorima upravljački uređaj i time doprineo razvoju laboratorijskog sistema eskalatora.

LITERATURA

[1] Mary Bellis – Escalators History. Dostupno na : http://inventors.about.com/library/inventors/blescalator.htm

Teorijske osnove solarnih sistema

Filip Bastić, Miloš Cvetanović

Sadržaj – U ovom radu je data teorijska osnova na temu solarne energije i solarnih sistema, kao i njihova realizacija i primena. Dat je pregled spektra i komponenti solarnog zračenja, objašnjen je fotoelektrični efekat i princip rada solarne ćelije, kao i tipovi solarnih ćelija. Navedeni su osnovni tipovi solarnih sistema kao i količina energije koja se može dobiti sa solarnog panela u toku dana.

I. Uvod

Pod obnovljivim (alternativnim) izvorima energije se podrazumevaju nekonvencionalni izvori energije koje u prirodi ima u izobilju, a koji ne mogu da se potroše, odnosno koji se obnavljaju. U tu grupu spadaju:

- Solarna energija
- Energija vetra
- Geotermalna energija
- Hidro energija
- Biomasa.

Energije vetra i Sunca spadaju u najviše korišćene obnovljive energije danas u svetu. Pored toga što se radi o ekološki čistim energijama, bitan faktor za značajnu ekspanziju je i činjenica da je eksploatacija izvora obnovljive energije postala i ekonomski konkurentna.

II. Solarna Energija

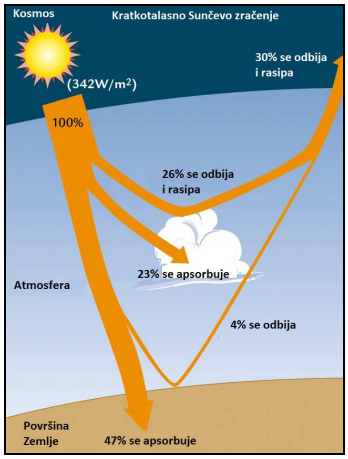
Solarna energija je energija Sunčevog zračenja koju primećujemo u obliku svetla i toplote. Sunce je najveći izvor energije na Zemlji. Od ukupno $3{,}8\times10^{26}$ W energije koju Sunce zrači u kosmos, Zemlja primi $1{,}7\times10^{17}$ W [1]. Oko 30% primljene energije Zemlja reflektuje nazad u kosmos, oko 47% zadrži u toplotu, oko 23% ide na proces kruženja vode u prirodi dok se ostatak koristi za proces fotosinteze (slika 1).

A. Spektar solarnog zračenja

Sunčeva svetlost ili solarno zračenje je celokupni spektar elektromagnetnog zračenja koje nam dolazi sa Sunca. Raspodela elektromagnetnog zračenja emitovanog sa površine Sunca koje dopire do gornjeg sloja atmosfere, u funkciji talasne dužine, naziva se Sunčev spektar. Optičko zračenje je potpun Sunčev spektar koji obuhvata talasne dužine 100 – 10.000 nm [2]. Ovaj opseg talasnih dužina može se podeliti na tri oblasti:

Filip Bastić i Miloš Cvetanović su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: filip.bastic@gmail.rs

- Ultraljubičasta (UV): 100 - 400 nm;
- Vidljiva: 400 - 770 nm;
- Infracrvena (IC): 770 - 10.000 nm.

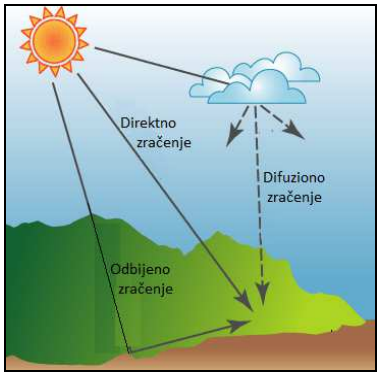


Slika 1. Količina zračenja koju Zemlja primi od Sunca.

B. Komponente solarnog zračenja

Sunčevo zračenje na Zemlji sastoji se od direktne i raspršene (difuzne) komponente. Direktno Sunčevo zračenje je ono koje dopire do prijemnog uređaja direktno iz prividnog smera Sunca. Difuzno zračenje nastaje kao posledica rasejavanja Sunčevih zraka u atmosferi (na oblacima i prašini) i dolazi na prijemni uređaj iz svih smerova neba.

Osim direktnog i difuznog zračenja, prijemni uređaj prima i zračenje reflektovano od okolnih površina (albedo efekat). Albedo predstavlja meru reflektivnosti površine ili tela [3]. Komponente solarnog zračenja prikazane su na slici 2.



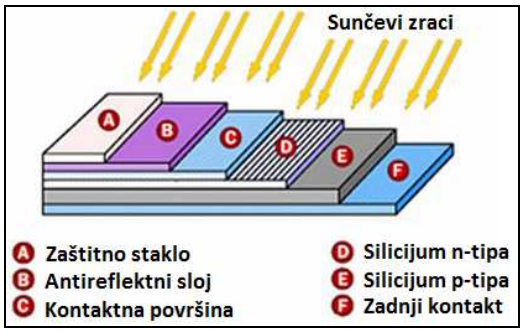
Slika 2. Komponente Sunčevog zračenja.

III. SOLARNA ĆELIJA

Solarna ćelija (slika 3) je poluprovodički uređaj koji pretvara Sunčevu energiju direktno u električnu pomoću fotoelektričnog efekta. Grupe ćelija formiraju solarne module, poznate i kao solarni paneli ili fotonaponska ploča. Solarne ćelije uobičajeno se koriste tamo gde nije moguće dovesti neki drugi izvor energije, na satelitima, na znakovima na putu i slično [4]. Poprečni presek solarne ćelije prikazan je na slici 4. Sastoji se od zaštitnog stakla, antireflektnog sloja, kontaktne površine, silicijuma n i p tipa i zadnjeg kontakta.



Slika 3. Izgled solarne ćelije.



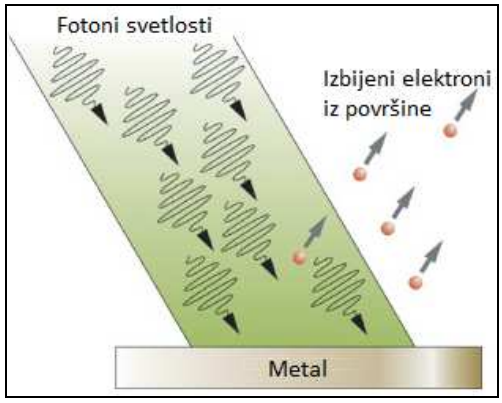
Slika 4. Poprečni presek solarne ćelije.

C. Fotoelektrični efekat

Fotoelektrični efekat je emisija elektrona iz metala pod dejstvom svetlosti (slika 5). Kod fotoelektričnog efekta javljaju se tri osnovna zakona:

- Stoletov zakon: Pri fiksiranoj vrednosti frekvencije upadne svetlosti, broj fotoelektrona, istrgnutih u jedinici vremena, proporcionalan je intenzitetu svetlosti;
- Maksimalna početna brzina (maksimalna kinetička energija) fotoelektrona ne zavisi od intenziteta upadne svetlosti, već je određena samo njenom frekvencijom;
- Za svaki materijal postoji crvena granica fotoefekta, tj. minimalna frekvencija svetlosti, ispod koje je fotoefekat nemoguć.

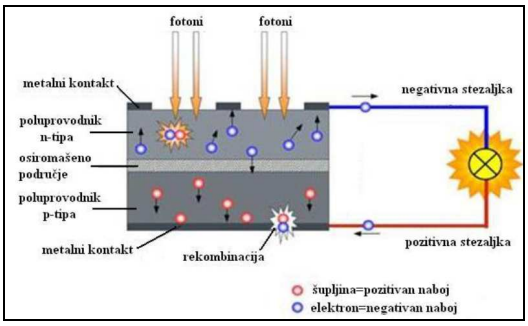
Iz ovoga zaključujemo da pri apsorpciji, foton trenutno predaje svu svoju energiju elektronu i ako je ova energija dovoljno velika da elektron raskine veze koje ga drže u metalu, on iz njega izleće.



Slika 5. Fotoelektrični efekat.

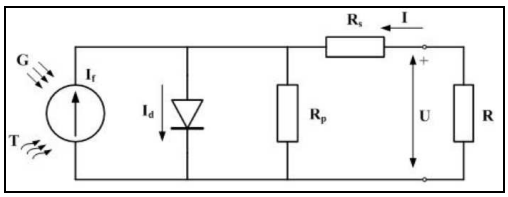
D. Princip rada solarne ćelije

Fotonaponska (FN) ćelija predstavlja p-n spoj koji pomoću fotonaponskog efekta Sunčevo zračenje pretvara u električnu energiju (slika 6). Sačinjena je od poluprovodničkog materijala (najčešće silicijuma). Usled apsorbcije Sunčevog zračenja, u p-n spoju se javljaju parovi elektron-šupljina. Prilikom Sunčevog zračenja unutar ili u blizini p-n spoja, unutrašnje električno polje razdvaja elektrone i šupljine. Pri tome se elektroni kreću prema n strani, a šupljine prema p strani p-n spoja, i kao posledica toga javlja se potencijalna razlika, odnosno napon.



Slika 6. Princip rada solarne ćelije.

Ekvivalentna šema FN ćelije prikazana je na slici 7. Izvor stalne struje paralelno je spojen sa diodom. Serijski otpor Rs predstavlja otpornost p-n spoja, zavisi od materijala od koga je izgrađena FN ćelija i poželjno je da bude što manji. Paralelni otpor Rp potiče od mikrodefekata i nečistoća unutar FN ćelije i zavisi od osobina ćelije i većinom je dovoljno veliki da ga možemo smatrati beskonačnim. Tipične vrednosti za Rs i Rp, za silicijumske FN ćelije iznose $Rs < 0{,}1\ \Omega$ i $Rp > 500\ \Omega$.



Slika 7. Ekvivalentna šema solarne ćelije.

Na osnovu date ekvivalentne šeme FN ćelije, i uz određena zanemarenja (Rs=0 i Rp→∞), može se napisati jednačina izlazne struje I:

$$I = I_f - I_d = I_f - I_0\left(e^{\frac{qU}{kT}} - 1\right) \qquad (1)$$

gde je:
I_0 – inverzna struja zasićenja diode,
I_f – generisana fotostruja,
U, I – izlazni napon i struja.

E. Parametri solarne ćelije

Struja kratkog spoja, I_{SC} [A], je struja koja teče kroz solarnu ćeliju kada je napon na krajevima ćelije jednak nuli, tj. kada se kontakti ćelije kratkospoje.

Napon otvorenog kola, V_{OC} [V], je maksimalni napon koji je dostupan iz solarne ćelije, kada je struja jednaka nuli.

Faktor ispune ('fill' faktor) predstavlja parametar koji u sprezi sa strujom kratkog spoja i napona otvorenog kola određuje maksimalnu snagu solarne ćelije.

Efikasnost solarne ćelije je najčešće korišćen parametar za poređenje karakteristika solarnih ćelija. Definiše se kao odnos njene maksimalne snage i snage Sunčevog zračenja koja pada na njenu površinu.

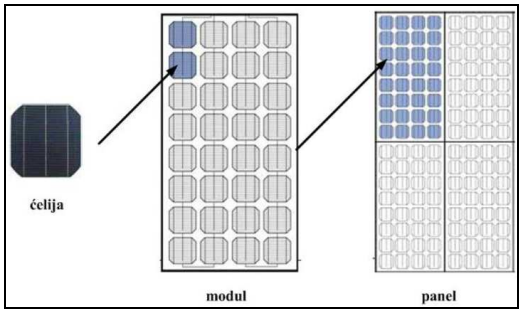
F. Tipovi solarnih ćelija

Fotonaponske ćelije mogu biti izrađene od različitih tipova poluprovodničkih materijala, koji mogu biti složeni u različite strukture s ciljem postizanja što bolje efikasnosti transformacije energije Sunčevog zračenja u električnu. Za izradu fotonaponskih ćelija koriste se sledeći poluprovodnički materijali i tehnologije:

- **Silicijum (Si)** – uključujući monokristalni silicijum (c-Si), polikristalni silicijum (p-Si) i amorfni silicijum (a-Si);
- **Polikristalni tankoslojni materijali** (polikristalni tanki film) – uključujući CIS spoj poluvodičkih materijala (Bakar-Indijum-Diselenid), CdTe (Kadmijum-Telurid), i tankoslojni silicijum (većinom amorfni silicijum);
- **Monokristalni tankoslojni materijali** (monokristalni tanki film) – većinom izvedeni od Galijum-Arsenida (Ga-As);
- **Višeslojne strukture materijala** – kombinacije raznih poluprovodničkih materijala.

G. Fotonaponski moduli i paneli

Snaga pojedinačne FN ćelije je mala (do 2 W), pa se kao takva ne može šire upotrebljavati. Zbog toga se FN ćelije mehanički i električno vezuju u veće celine koje se nazivaju moduli. U cilju dobijanja još većih snaga, moduli se po istom principu vezuju u tzv. fotonaponske panele, čije snage idu i do reda MW (Slika 8).



Slika 8. Ćelija, modul, panel i njihova veza.

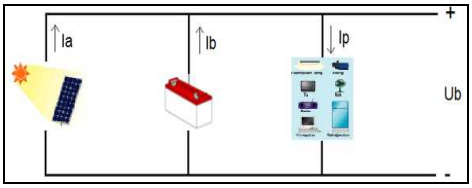
IV. SOLARNI SISTEMI

Ako se fotonaponski sistem sastoji od panela, baterije i potrošača, tada se u sistemu dešavaju dva osnovna procesa:

- Pretvaranje svetlosne energije u električnu i
- Pretvaranje električne energije u hemijsku i obrnuto.

Najvažniji element u procesu fotoelektričnog pretvaranja svetlosne energije u električnu je solarna ćelija, dok je reverzibilni elektrohemijski proces pretvaranja povezan sa punjenjem i pražnjenjem baterija. Fotonaponski sistem može raditi i bez baterija, ali samo za vreme dok postoji pobuda, tj. Sunčevo zračenje. U tom slučaju se generisana energija neposredno upotrebljava, dok se višak nepovratno gubi (disipira). Uključivanjem baterija, rad potrošača je moguć i kada nema pobude. Složeniji sistemi imaju i podsistem za regulaciju protoka energije unutar sistemskih jedinica i uređaje koji omogućavaju priključak i istovremeni rad više različitih potrošača.

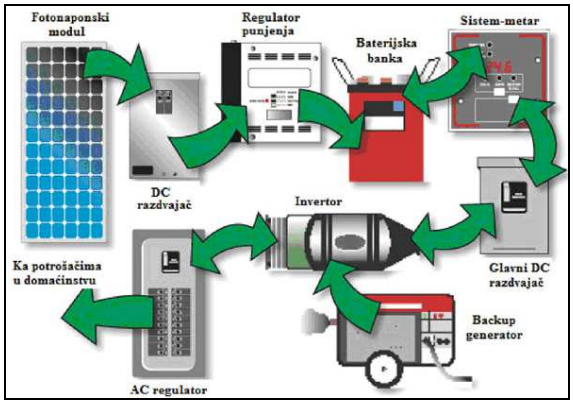
Fotonaponski sistem se realizuje kao paralelni spoj tri nelinearna elementa sa zajedničkim naponom (U_b), što se vidi na slici 9.



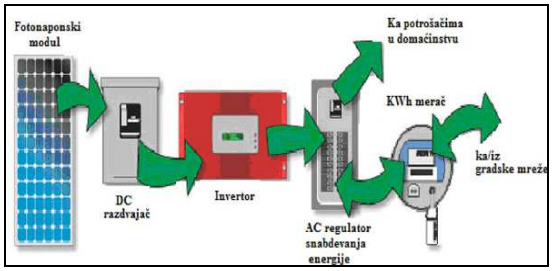
Slika 9. Osnovna šema fotonaponskog sistema.

Tri najčešće korišćena tipa fotonaponskih sistema [5-6]su:

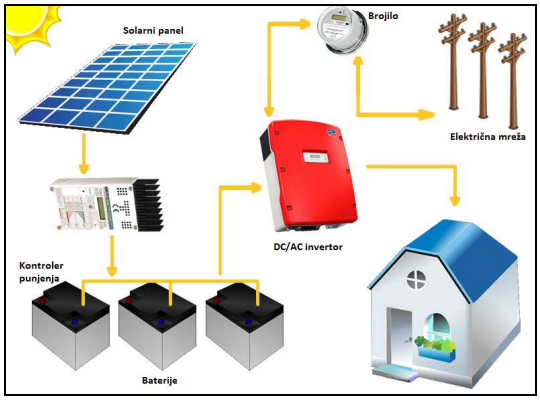
- **Samostalni sistemi** - najčešće se koriste na udaljenim lokacijama gde nema elektrodistributivne mreže i kod njih se sva energija generiše lokalno u solarnim modulima (slika 10).
- **Sistemi povezani sa elektrodistributivnom mrežom** - koriste mrežu kao rezervni izvor energije ili kao potrošač viška energije koju generišu fotonaponski moduli (slika 11).
- **Sistemi povezani sa elektrodistributivnom mrežom i backup baterijama** - omogućavaju dovoljno energije za napajanje osnovnih uređaja kada nema struje, a ujedno je i loše vreme (slika 12).



Slika 10. Samostalni sistem.



Slika 11. Sistem povezan sa elektrodistributivnom mrežom.

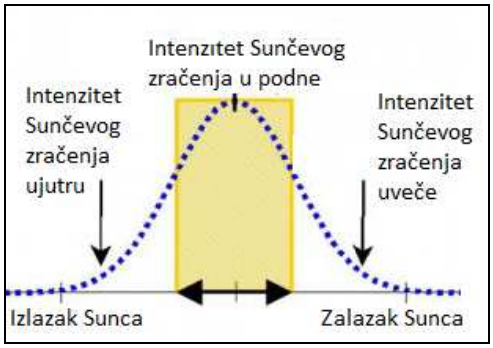


Slika 12. Sistem povezan sa elektrodistributivnom mrežom i backup baterijama.

H. Ekvivalentni sati "punog" Sunca

Usled promene intenziteta Sunčevog zračenja tokom dana, a i usled promene dužine dana tokom godine, teško je uporediti energiju Sunčevog zračenja koja pada na različite lokacije na Zemlji. Kako je snaga solarnih panela definisana za konstantno zračenje od 1000 W/m^2, nastaje problem izračunavanja koliko se energije može dobiti sa panela u toku jednog dana.

Na slici 13. se vidi da Sunčevo zračenje dostiže maksimalnu vrednost od 1000 W/m^2 u podne i ta tačka se naziva "puno" Sunce, ali većim delom dana energija Sunčevog zračenja je ispod te vrednosti. Integraljenjem ove krive dolazi se do toga da vrednost Sunčevog zračenja tokom 10 sati iznosi 3.5 KWh, a to je ista energija koja bi se dobila za 3.5 sata pri konstantnom zračenju od 1000 W/m^2.



Slika 13. Ekvivalentni sati "punog" Sunca.

V. ZAKLJUČAK

Što se tiče Sunčeve energije možemo izvući veoma bitan zaključak da se radi o ogromnoj količini energije za koju treba naći način kako da se što bolje iskoristi. Pored tradicionalnog, danas je sve aktuelnije pretvaranje energije Sunčevog zračenja u električnu, preko tzv. fotonaponskih sistema, koji su kako smo videli veoma složeni. Potreba za solarnom energijom se javlja jer su zalihe neobnovljivih izvora energije (ugalj, nafta, gas i sl.) sve manje, a potrebe za energijom sve veće. Ne smemo zaboraviti ni zaštitu životne sredine, koja je veoma bitan faktor u korišćenju solarne energije. Kao što je već pomenuto, energija Sunca je "čista" energija, tj. njenim korišćenjem ne dolazi do bilo kakvog zagađenja, što je trenutno veliki problem sa kojim se planeta Zemlja susreće.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je deo završnog rada iz predmeta Solarne komponente i sistemi kod profesora Dragana Pantića kome se ovom prilikom zahvaljujemo na pruženoj pomoći. Takođe, zahvaljujemo se i Danijelu Dankoviću za pomoć pri izradi ovog rada.

LITERATURA

[1] Izgradnja solarnih grejnih sistema u Republici Srbiji, vodič za investitora. Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. [On Line] Dostupno na: http://www.undp.org/content/dam/serbia/Publications%20and%20reports/UNDP_SRB_Thermo_Solar_Plants.pdf

[2] Glenn Smith, *An Introduction to Classical Electromagnetic Radiation*, Cambridge Unversity Press, 1997.

[3] Albedo efekat, članak. [On Line] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Albedo

[4] A. R. Jha, *Solar Cell – Technology and Applications*, CRC Press, 2010.

[5] R. Mitić, D. Pantić, S. Aleksić, D. Pantić, Projektovanje i simulacija karakteristika samostalnog PV sistema snage do 5kW, *Zbornik 57. konferencije ETRAN*, Zlatibor, 2013. pp. EL1.7.1-4. [On Line] Dostupno na: http://etran.etf.rs/etran2013/Radovi/EL/EL1.7%20Mitic%20Pantic%20Aleksic%20Pantic.pdf

[6] Solarni paneli, članak [On Line] Dostupno na: http://www.solarnipaneli.org/solarni-paneli-2/

Proračun parametara solarnih sistema

Miloš Cvetanović, Filip Bastić

Sadržaj – U ovom radu dat je proračun parametara solarnih sistema sa osvrtom na cenu sistema. Prikazan je i postupak projektovanja solarnih sistema korišćenjem softvera PVSYST 5.0.

I. UVOD

Prilikom projektovanja solarnog sistema prva i osnovna stvar je odrediti koliko energije nam je potrebno tj. koje aparate i koliko sati dnevno ćemo ih koristiti. Kada utvrdimo energetsku vrednost sistema prelazimo na korak proračuna koliko solarnih panela, određene snage, će nam biti dovoljno za zadovoljenje ovih potreba. Nakon toga proračunavamo cenu celokupnog projekta uzimajući u obzir sve potrebne delove sistema. I na kraju vršimo proračun vremena za koje će naš sistem početi da nam se isplaćuje. Što je ovo vreme kraće to je naš projekat uspešniji.

Sve korake planiranja ćemo predstaviti u primeru projektovanja jednog kompletnog realnog fotonaponskog sistema.

II. PRORAČUN POTREBNE ENERGIJE

Koliko energije nam je potrebno jeste najvažnije pitanje prilikom projektovanja nekog sistema. Potrebno je da pravilno dimenzionišemo sistem u zavisnosti od naših potreba [1]. Da bismo to uradili potrebno je da tačno znamo koje aparate ćemo, i koliko časova dnevno koristiti, pa samim tim proračunamo prosečnu dnevnu potrošnju električne energije. Nikome nije u interesu da predimenzioniše sistem, koji ionako nije jeftin, a da zatim ima velike gubitke neiskorišćene energije.

Odgovor na pitanje koliko energije trošimo možemo naći u našem računu za plaćanje električne energije. Tu možemo videti koliko energije smo potrošili u proteklim mesecima, pa shodno tome možemo izračunati koliko prosečno kWh energije trošimo po danu. Merna jedinica za električnu energiju u SI sistemu je džul (J), a za obračun u elektroenergetskom sistemu uobičajna jedinica je kilovat-sat (kWh) 1kWh=3.6MJ. Jedinica za snagu pomnožena jedinicom za vreme je čest način iskazivanja energije, npr jedan kolovat-sat je količina energije koju utroši naprava od jednog kilovata za jedan sat.

Primer: U vikendici se na fotonaponski sistem priključuju sledeći potrošači:

Miloš Cvetanović i Filip Bastić su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milos_cvetanovic@yahoo.com

- ✓ 2 štedljive sijalice snage 15 W koje se koriste 4 h dnevno;
- ✓ Televizor snage 70 W koji se koristi 3 h dnevno;
- ✓ Radio snage 15 W koji se koristi 5 h dnevno;
- ✓ Frižider snage 150 W koji radi 24 h dnevno sa kompresorom koji 12 h radi, a 12 h ne radi.

Na osnovu ovoga možemo izračunati koliko ukupno energije potrošači koriste:

(2 x 15 W x 4 h) + (70 W x 3 h) + (15 W x 5 h) + (150 W x 24 h x 0.5) = 2205 Wh/dan

Da bismo odredili koliko energije sistem treba da "proizvede", potrebno je pomnožiti ukupnu energiju potrošača sa 1.3 (gubici energije u sistemu):

2205 Wh/dan x 1.3 = 2866.5 Wh/dan

III. PRORAČUN POJEDINAČNIH DELOVA SISTEMA

A. Fotonaponski paneli

FN paneli različitih dimenzija daju različite količine energije. Svaki FN panel ima definisanu svoju nominalnu snagu (Wp). Nominalna snaga zavisi od veličine FN panela i klimatskih uslova lokacije na kojoj se panel montira.

Panel generation factor - PGF se koristi za dimenzioniranje FN ćelija. Za evropske zemlje se uzima da je PGF=2.93. Prvo što treba da se odredi je nominalna snaga (Wp) FN panela, koja je potrebna da bi svi priključeni uređaji mogli da rade. To se radi tako što se dobijeni ukupni Wh/dan podele sa PGF.

Zatim se određuje broj FN panela u sistemu, tako što se dobijeni rezultat deli sa nominalnom snagom FN panela koji su dostupni na tržištu. Naravno, dobijeni broj treba zaokružiti na prvi veći celi broj.

Dobijeni rezultat je minimalni broj potrebnih panela. Ako se instalira više FN panela sistem će raditi bolje i radni vek baterije će biti duži, a ako se koristi manje FN panela sistem neće raditi, a i vreme života baterije će biti kraće.

Primer:
Ukupna potrebna snaga FN panela:
2866.5 Wh/dan / 2.93 = 978.3 Wp
Broj potrebnih panela:
978.3 Wp / 110 Wp = 8.89

Dobijamo da je potrebno najmanje 9 FN panela, nominalne snage 110 Wp da bi sistem normalno funkcionisao.

B. Invertor

Snaga invertora, zbog sigurnosti, mora biti veća od ukupne snage priključenih aparata za 25-30%, a nominalni napon invertora mora biti isti kao napon baterije.

Primer:
Ukupna snaga svih potrošača:
2 x 15 W + 70 W + 15 W + 150 W = 265 W
Snaga invertora:
265 W x 1.3 = 344.5 W

Dobijamo da snaga invertora treba da bude 350 W.

C. Baterija

Preporučuje se korišćenje deep cycle battery, specijalno napravljene da mogu da se isprazne skoro do kraja pa da se opet pune i da se taj proces ponavlja iz dana u dan godinama. Baterija mora biti dovoljnog kapaciteta da može da obezbedi potrebnu energiju za rad uređaja u toku noći i kada je oblačno. Kapacitet baterije se određuje tako što se ukupna energija koju potrošači koriste (Wh/dan) podeli sa 0.85 zbog gubitaka u bateriji, zatim dobijenu vrednost podeliti sa 0.6 zbog dubine pražnjenja, i tu vrednost podeliti sa nominalnim naponom baterije. Konačno, dobijenu vrednost pomnožiti sa brojem dana autonomije sistema (koliko dana sistem može da radi ako nema proizvodnje struje).

Primer:
Već smo izračunali da potrošači koriste 2205 Wh/dan. Za nominalni napon baterije uzimamo 12 V, a za autonomiju 3 dana:
(2205 Wh / dan x 3 dana) / (0.85 x 0.6 x 12 V) = 1080.88 Ah

Dobijamo da je potrebna baterija od 1100 Ah.

D. Regulator punjenja

Regulator punjenja se bira tako da se usaglasi napon FN panela sa naponom baterije i da može da prihvati struju koja se dobija od celog FN sistema. Dimenzionisanje regulatora zavisi od ukupne struje koja se dobija iz FN panela, a i od konfiguracije panela (redna ili paralelna konfiguracija). U praksi, regulator se bira tako što se broj FN panela množi sa stujom kratkog spoja FN panela (I_{SC}) i to se sve množi sa 1.3 (gubici u sistemu). Struja kratkog spoja izabranog FN panela je I_{SC} = 7.5 A.

Primer:
Dimenzionisanje regulatora:
9 FN panela x 7.5 A x 1.3 = 87.75 A

Dobijamo da regulator treba da bude 90 A / 12 V ili jači.

IV. Cena Sistema

Posle odabira, dolazimo do cene pojedinačnih delova sistema i ukupne cene sistema.

Cene pojedinačnih delova sistema:
- FN panel (110 Wp) = 160€
  - 9 FN panela = 9 x 160 = 1.440€;
- Invertor (350 W) = 60€;
- Baterija (1100 Ah / 12 V) = 2.000€;
- Regulator (90 A / 12 V) = 200€;

Ostali troškovi (sistem metar, *backup* generator, kablovi) = 1.000€.

Ukupna cena sistema: 4.700€

V. Vreme povraćaja novca - "Payback Time"

Konačno, dolazimo do najvažnije tačke planiranja projektovanja fotonaponskog sistema, a to je proračun vremena za koje će se naš sistem isplatiti. Ovo vreme, pored investicije u sistem zavisi i od geografskog i klimatskog područja gde je sistem instaliran, zatim od troškova proizvodnje i efikasnosti solarnih ćelija. Trenutna cena električne energije u Srbiji je 5.5 c (euro cent) po KWh.

Primer:
Dnevni dobitak našeg sistema po sadašnjoj ceni električne energije bi bio:

5.5 c / KWh x 2.9 KWh = 16 c

Dok bi tokom jedne godine našim sistemom uštedeli:

16 c x 365 = 59 €

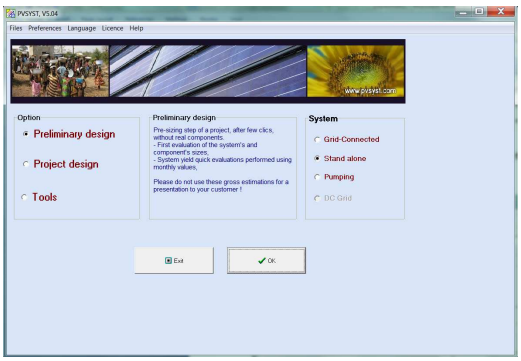
Što znači da bi povraćaj novca usledio tek nakon:

4.700€ / 59 € ≈ 79 godina

Iz ovoga se može zaključiti da, po trenutnoj ceni električne energije, ovakav sistem nije isplativ u Srbiji [2]. Kako postoji trend rasta cene električne energije i trend opadanja cene solarnih panela i prateće opreme, može se predvideti veća uloga ovih sistema u nekoj skorijoj budućnosti.

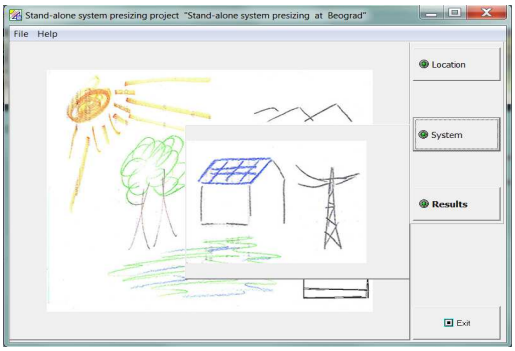
VI. Projektovanje samostalnog sistema korišćenjem PVSYST 5.0 softvera

Na osnovu proračuna, projektovan je sistem korišćenjem softvera PVSYST 5.0 [3]. Na samom početku biramo opciju “Stand alone“, jer projektujemo samostalni sistem (slika 1).



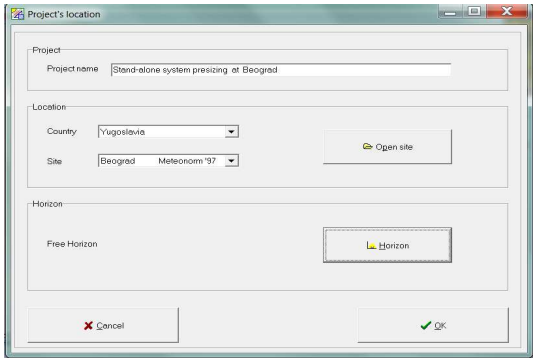
Slika 1. Početni prozor u kome se bira tip sistema

Kad smo izabrali tip sistema, prelazimo na glavni prozor programa (slika 2). Biramo opciju "Location". Prvo što treba da uradimo jeste da damo ime projektu i da odredimo lokaciju, tj. državu i grad na kojoj ćemo projektovati sistem (slika 3).



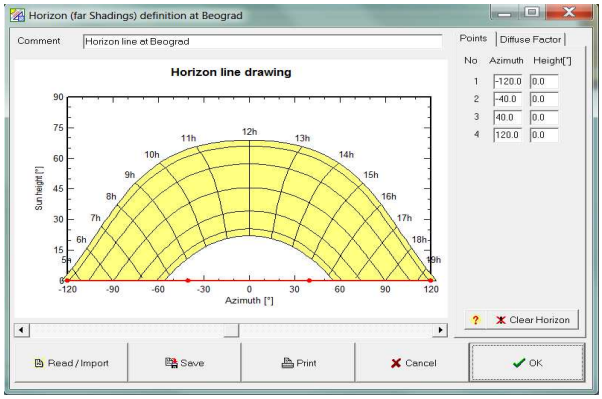
Slika 2. Glavni prozor programa

Kao ime projekta navodimo "Samostalni sistem postavljen u Beogradu", iz liste ponuđenih zemalja biramo Jugoslaviju, a zatim i Beograd.

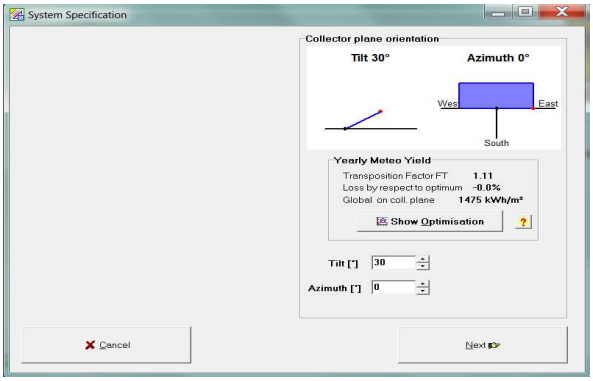


Slika 3. Naziv i lokacija projekta

U okviru lokacije takođe možemo da dobijemo dijagram kretanja Sunca. Na slici 4, prikazan je dijagram kretanja Sunca za Beograd. Kada smo odredili lokaciju sistema, prelazimo na podešavanje samog sistema. Vraćamo se na glavni prozor programa i biramo opciju "System". Prva stvar koju biramo je nagib našeg panela. Odlučili smo se za fiksni sistem bez mogućnosti praćenja, koji će biti okrenut strogo ka jugu. Matematičkim putem utvrđujemo, a simulacijom i potvrđujemo da je najoptimalniji ugao za postavljanje panela 30° (slika 5). Pri ovom uglu, gubici će biti svedeni na minimum.

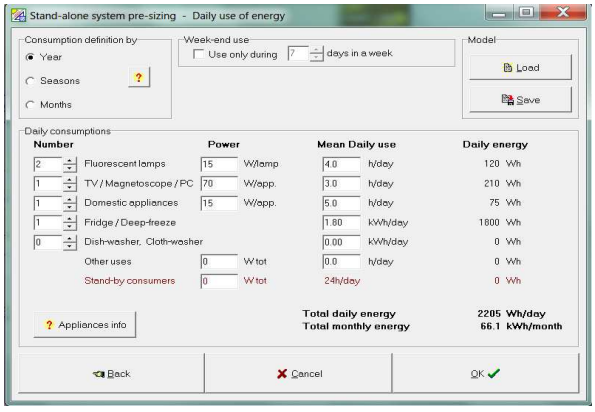


Slika 4. Dijagram kretanja Sunca



Slika 5. Podešavanje nagiba solarnog panela

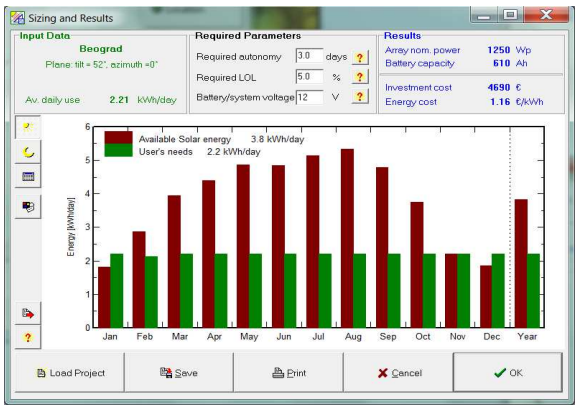
Kada odredimo ugao panela, prelazimo na proračun dnevne potrošnje energije. Pošto smo ranije već projektovali sistem, uzećemo iste uređaje i dobićemo da je njihova prosečna dnevna potrošnja 2205 Wh/dan.



Slika 6. Proračun prosečne dnevne potrošnje električne energije

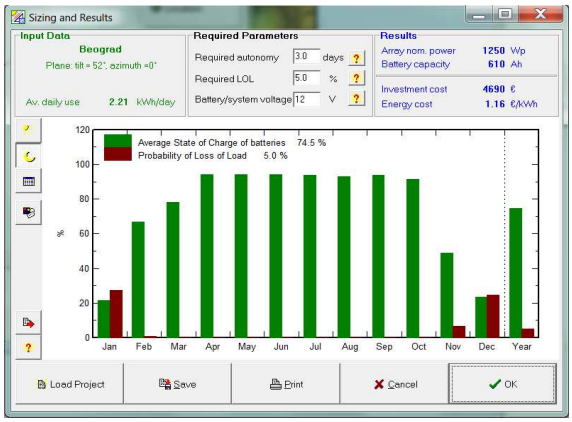
Pošto smo uneli sve parametre našeg sistema, u glavnom prozoru programa biramo opciju “Results”, kako bismo dobili rezultate projektovanja.

Na prvom dijagramu dobijamo odnos solarne energije koju naš sistem proizvodi i energije koja je potrebna za rad svih potrošača (slika 7). Na dijagramu vidimo da je prosečna godišnja količina solarne energije 3.8 KWh/dan, a prosečna potrošnja priključenih uređaja 2.2 KWh/dan. Najveća količina solarne energije je u avgustu, oko 5.5 KWh/dan, a najmanja u januaru, 1.8 KWh/dan. Takođe vidimo da u mesecima kao što su januar, novembar i decembar količina solarne energije nije dovoljna, pa u tom slučaju moramo koristiti dodatni izvor energije.



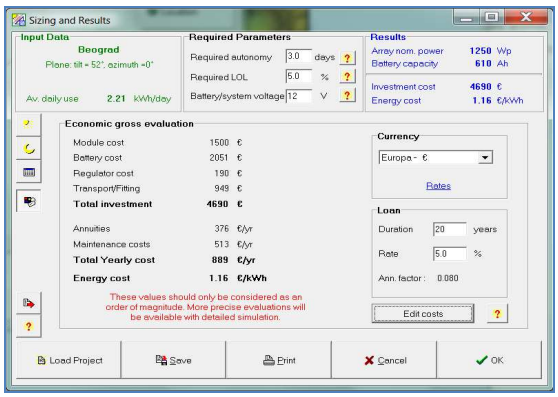
Slika 7. Odnos dostupne solarne energije i potrebne energije na mesečnom nivou

Na drugom dijagramu prikazan je odnos prosečnog nivoa do kog su baterije napunjene i gubitka energije, u periodu od jedne godine (slika 8). Prosečni nivo do kog su baterije napunjene je 74.5%, a gubitak energije je oko 5%, tokom godine.



Slika 8. Odnos prosečnog stanja baterije i gubitka energije

I konačno dolazimo do proračuna cena pojedinačnih uređaja sistema i cene celokupnog sistema (slika 9). Ona iznosi oko 4.700€.



Slika 9. Cene pojedinačnih delova i celokupnog sistema

V. Zaključak

Na primeru vikendice u kojoj svi potrošači koriste 2205 Wh/dan kada se uračunaju gubici energije sistem treba da proizvede 2866.5 Wh/dan. Potrebno najmanje 9 FN panela, nominalne snage 110 Wp da bi sistem normalno funkcionisao. Snaga invertora treba da bude 350 W, a potrebna je baterija od 1100 Ah. Regulator treba da bude 90A/12V ili jači. Na osnovu proračuna, projektovan je sistem korišćenjem softvera PVSYST 5.0. Rezultati pokazuju da je prosečna godišnja količina solarne energije 3.8 KWh/dan, a prosečna potrošnja priključenih uređaja 2.2 KWh/dan. Najveća količina solarne energije je u avgustu, oko 5.5 KWh/dan, a najmanja u januaru, 1.8 KWh/dan.Prosečni nivo do kog su baterije napunjene je 74.5%, a gubitak energije je oko 5%, tokom godine. Posle odabira komponenti dolazi se do ukupne cene sistema od 4.700€. Po trenutnoj ceni električne energije, ovakav sistem nije isplativ u Srbiji. Kako postoji trend rasta cene električne energije i trend opadanja cene solarnih panela i prateće opreme, može se predvideti veća uloga ovih sistema u budućnosti.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo završnog rada iz predmeta Solarne komponente i sistemi kod profesora Dragana Pantića.

Literatura

[1] A. R. Jha, *Solar Cell – Technology and Applications*, CRC Press, 2010.

[2] Solarni paneli, članak [On Line] Dostupno na: http://www.solarnipaneli.org/solarni-paneli-2/

[3] R. Mitić, D. Pantić, S. Aleksić, D. Pantić, Projektovanje i simulacija karakteristika samostalnog PV sistema snage do 5kW, *Zbornik 57. konferencije ETRAN*, Zlatibor, 2013. pp. EL1.7.1-4. [On Line] Dostupno na: http://etran.etf.rs/etran2013/Radovi/EL/EL1.7%20Mitic%20Pantic%20Aleksic%20Pantic.pdf

Dielektrične karakteristike Ho/$BaTiO_3$ keramike

D. Dimitrijević, M. Marjanović

Sadržaj - U ovom radu ispitivane su dielektrične karakteristike holmijum oksida (Ho_2O_3) dopirane $BaTiO_3$ keramike. Koncentracija Ho_2O_3 u ispitivanim uzorcima kretala se od 0.01-1.0wt%. Modifikovana $BaTiO_3$ keramika dobijena je konvencionalnom metodom sinterovanja u čvrstoj fazi na temperaturi od 1380°C u trajanju od 4h. Dielektrične karakteristike merene su u temperaturnom intervalu od 20-170°C na različitim frekvencijama. Korišćenjem Kiri-Vajsovog I modifikovanog Kiri-Vajsovog zakona izračunati su Kirijeva konstanta (C), Kirijeva temperatura (T_C) i kritični eksponent nelinearnosti (γ).

I. UVOD

Modifikovana $BaTiO_3$ keramika dopirana različitim aditivima je jedna od najznačajnijih grupa funkcionalnih elektronskih keramičkih materijala. Ova keramika se zbog svojih izuzetnih električnih, feroelektričnih i piezoelektričnih karakteristika koristi za dobijanje elektronskih komponenata kao što su višeslojni kondenzatori, PTC termistori, piezoelektrični senzori, komponente za konverziju energije, elektrooptičke komponente, ultrazvučni pretvarači, radio i komunikacioni filtri i dr. [1-3]. Dielektrična svojstva polikristalne $BaTiO_3$ u velikoj meri zavise od dobijene mikrostrukture koja opet zavisi od vrste, koncentracije i raspodele dopanata. Da bi se dobila $BaTiO_3$ keramika koja ima visoku dielektričnu konstantu potrebno je ostvariti dobru gustinu, homogenu mikrostrukturu i uniformnu raspodelu dopanata i aditiva [4,5].

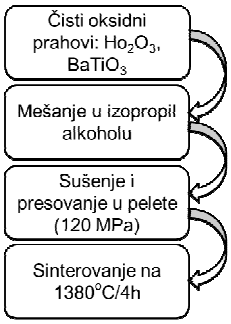
S obzirom na perovskitnu strukturu $BaTiO_3$ keramike, a u zavisnosti od radijusa jona, joni dopanata se mogu ugraditi na mesta Ba^{2+} ili Ti^{4+} jona, uslovljavajući tako dielektrična ili poluprovodna svojstva keramike. U principu, mala koncentracija donorskih primesa (<0.5 wt%) vodi ka poluprovodnim svojstvima keramike na sobnoj temperaturi i PTC efektu, veća koncentracija aditiva vodi ka izolatorskoj keramici sa većim probojnim naponom.

U ovom radu ispitivana je zavisnost dielektrične konstante od temperature na različitim frekvencijama Ho dopirane $BaTiO_3$ keramike. Mikrostrukturne karakteristike ispitivane su skenirajućim elektronskim mikroskopom, a dielektrična konstanta uzoraka određivana je u temperaturnom intervalu od 20°C do 170°C. Primenom Kiri-Vajsovog zakon i modifikovanog Kiri-Vajsov zakona izračunata je Kirijeva konstanta C kao i parametar γ, koji opisuje odstupanje od linearne zavisnosti ε_r od T iznad temperature fazne transformacije.

D. Dimitrijević i M. Marjanović su studenti na modulu Mikroelektronika i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet Niš, Srbija, E-mail: dimitrijevic.dragana.89@gmail.com, milos.marjanovic@elfak.ni.ac.rs

II. EKSPERIMENTALNI DEO

U radu su korišćeni uzorci modifikovane $BaTiO_3$ keramike dopirane sa 0.01, 0.1, 0.5 i 1.0 wt % Ho_2O_3. Na slici 1 prikazan je blok dijagram dobijanja uzoraka. Uzorci su dobijeni konvencionalnom metodom sinterovanja u čvrstoj fazi polazeći od čistih oksidnih prahova (komercijalni $BaTiO_3$ prah čistoće veće od 99.98% sa [Ba]/[Ti]=1.005 i praha Ho_2O_3). Prahovi su mešani u izopropil alkoholu, sušeni nekoliko sati na temperaturi od 200°C i presovani u pelete pri pritisku od 120 MPa. Posle presovanja prahova uzorci su sinterovani u atmosferi vazduha na temperaturi 1380°C u vremenu od četiri sata.



Slika 1. Proces dobijanja uzoraka modifikovane $BaTiO_3$ keramike

Mikrostrukturna ispitivanja i kompozicioni sastav keramike analizirani su pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa JEOL, SEM-5300 koji je opremljen i energijsko disperzivnim spektrometrom (EDS-QX 2000S system). Pre merenja dielektričnih karakteristika na uzorke je naneta srebrna pasta. Merenja su rađena na 10 uzoraka. Dielektrična konstanta je izračunata na osnovu merene kapacitivnosti, debljine i površine uzorka. Promena dielektrične konstante sa temperaturom merena je u temperaturnom intervalu od 20°C do 170°C na LCR-metru Agilent 4284A na različitim frekvencijama (0.1kHz, 1kHz, 10 kHz, 100kHz, 1MHz). Konfiguracija mernog sistema prikazana je na slici 2. Dielektrični parametri kao što su Kirijeva temperatura T_C, Kiri-Vajsova temperatura T_0 i Kirijeva konstatnta C su izračunate na osnovu Kiri-Vajsovog i modifikovanog Kiri-Vajsovog zakona.

III. REZULTATI I DISKUSIJA

A. Određivanje dielektrične konstante

Najjednostavniji, a ujedno i najčešći oblik kondenzatora je pločasti kondenzator čije su elektrode dve paralelne ravne ploče. Ako je rastojanje između elektroda d

u odnosu na njihove dimenzije malo, tada je kapacitivnost takvog pločastog kondenzatora:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} = \varepsilon \frac{S}{d} \qquad (1)$$

gde je S površina elektrode, a d debljina dielektrika. Na osnovu izmerene kapacitivnosti C uzorka Ho/$BaTiO_3$, može se odrediti njegova relativna dielektrična konstanta:

$$\varepsilon_r = \frac{C \cdot d}{S \cdot \varepsilon_0} = \frac{10^2}{8.85} \cdot \frac{d}{S} \cdot C = 11.3 \frac{d}{S} \cdot C \qquad (2)$$

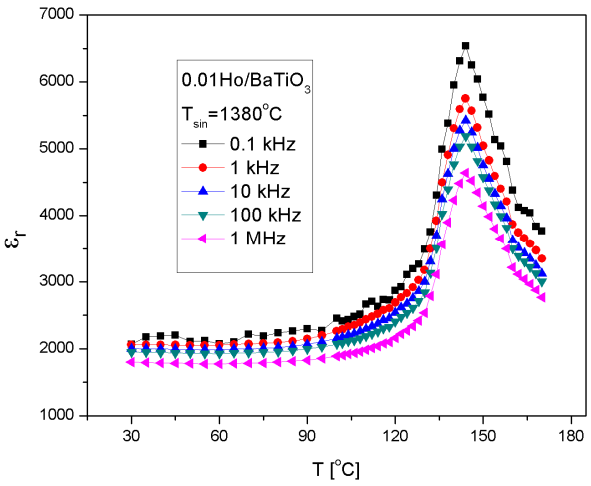
U izrazu (2) debljina dielektrika izražena je u [cm], površina dielektrika je u [cm^2], a kapacitivnost u [pF].



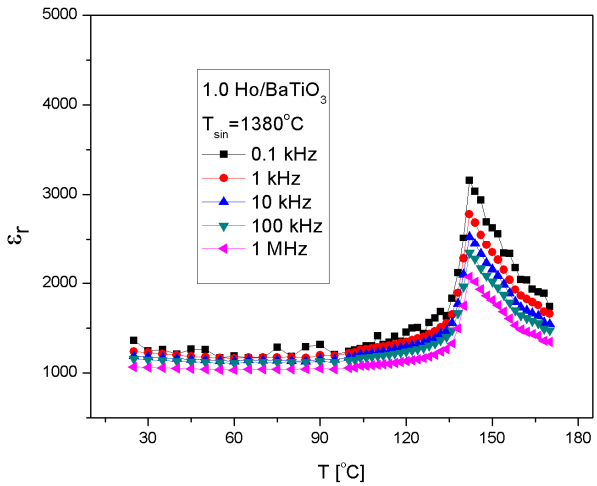
Slika 2. Konfiguracija mernog sistema

B. Električne karakteristike

Uticaj aditiva i mikrostrukture na dielektričnu konstantu dopirane $BaTiO_3$ keramike se najbolje može pratiti promenom dielektrične konstante sa temperaturom. Uzorci su snimani u temperaturnom intervalu od 20 do 170°C na različitim frekvencijama (100Hz – 1MHz) pri čemu je praćen i frekventni uticaj na dielektričnu konstantu (slike 3 i 4). Dielektrična konstanta u funkciji temperature na različitim frekvencijama i za različite koncentracije aditiva data je na slikama 3 - 5.



Slika 3. Dielektrična konstanta 0.01 wt% Ho dopirane $BaTiO_3$ keramike u funkciji temperature na različitim frekvencijama

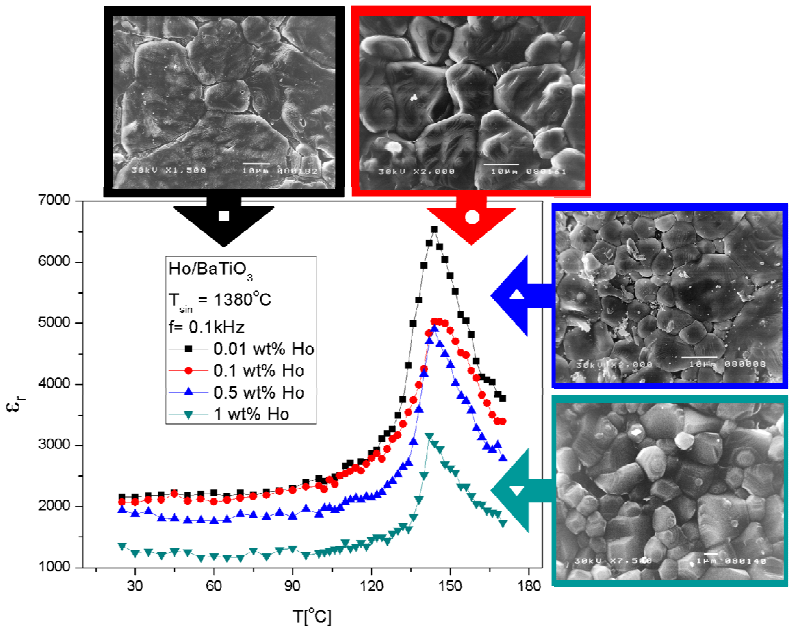


Slika 4. Dielektrična konstanta 1.0wt% Ho dopirane $BaTiO_3$ keramike u funkciji temperature na različitim frekvencijama

Za dielektričnu konstantu svih ispitivanih uzoraka karakteristično je da opada sa povećanjem frekvencije tako da su najveće vrednosti ε_r izmerene za uzorke snimane na frekvenciji od 100Hz. Takođe dielektrična konstanta opada sa povećanjem koncentracije aditiva. Najvišu vrednost dielektrične konstante (ε_r = 2160) na sobnoj temperaturi kao i najveću promenu dielektrične konstante sa temperaturom na Kirijevoj temperaturi (ε_r =6540) imaju uzorci $BaTiO_3$ dopirani sa 0.01 Ho i sinterovani na 1380°C (slika 5). Sa povećanjem koncentracije aditiva vrednost dielektrične konstante se smanjuje a njena promena u

širokom temperaturnom intervalu od sobne do 100°C je znatno manja. Najniža vrednost (ε_r = 1238) izmerena je kod uzoraka dopiranih sa 1wt% Ho (f=0.1kHz). Niže vrednosti dielektrčne konstante sa povećanjem koncentracije aditiva posledica su s jedne strane smanjenja gustine ispitivanih uzoraka sa 91 na 82%TG a s druge strane nehomogene raspodele aditiva i pojave oblasti bogatih Ho. Naime, sa povećanjem koncentracije aditiva primećen je rast poroznosti i opadanje gustine ispitivanih uzoraka.

Generalno, kod uzoraka dopiranih nižom koncentracijom aditiva (0.01 i 0.1 wt% Ho) izrazita je zavisnost dielektrične konstante od temperature i oštra fazna transformacija iz feroelektrične u paraelektričnu fazu na Kirijevoj temperaturi. Za ove uzorke karakteristična su zrna sfernog oblika. i abnormalni rast zrna. Sa povećanjem koncentracije aditiva dolazi do smanjenja srednje veličine zrna tako da je za ove uzorke karakteristična sitnozrna i relativno uniformna mikrostruktura.



Slika 5. Dielektrična konstanta dopirane $BaTiO_3$ keramike u funkciji temperature za različite koncentracije Ho na f = 0.1 kHz sa SEM mikrostrukturom

Zavisnost dielektrične konstante od temperature pokazuje da dielektrična konstanta iznad Kirijeve temperature (T_C) u paraelektričnoj oblasti, sledi Kiri-Vajsov zakon, odnosno za sve vrste ispitivanih uzoraka važi:

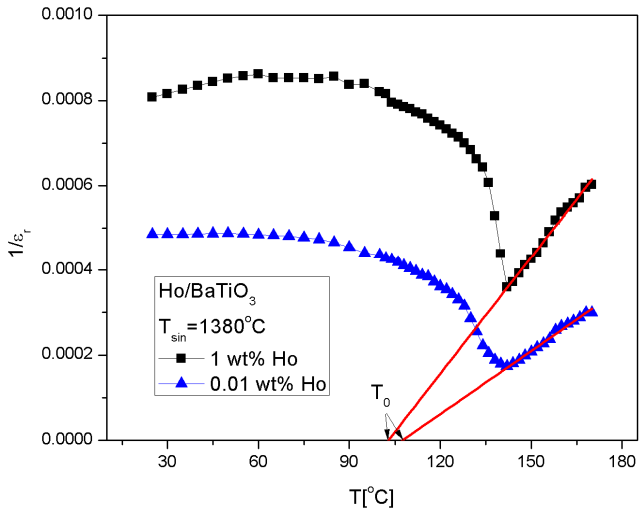
$$\varepsilon_r = C/T - T_0 \qquad (3)$$

gde je C - Kirijeva konstanta, T – temperatura, T_0 – Kiri-Vajsova temperatura. Za sve ispitivane serije uzoraka karakterističan je oštar prelaz iz feroelektrične u paraelektričnu fazu na Kirijevoj temperaturi. Fitovanjem krivih zavisnosti recipročne vrednosti dielektrične konstante od temperature (slika 6), izračunata je Kirijeva konstanta i Kiri-Vajsova temperatura i njihove vrednosti date su u Tabeli 1.

Najniže vrednosti T_0 izmerene su za Ho/$BaTiO_3$ dopiranu keramiku gde je za uzorke dopirane sa 0.1wt% Ho i sinterovane na 1380°C iznosila T_0 =100.9°C. Kiri – Vajsova temperatura T_0 ima jako niske vrednosti u odnosu na T_c čije se vrednosti neznatno razlikuju od vrednosti T_c za nedopirani $BaTiO_3$. Najviša vrednost Kirijeve konstante (C= $2.13\cdot10^5$ K) izračunata je kod 0.01 Ho/$BaTiO_3$ keramike sinterovane na 1380°C. Sa povećanjem koncentracije Ho vrednost Kirijeve konstante opada što je u saglasnosti sa mikrostrukturnim karakteristikama kao i sa smanjenjem gustine ispitivanih izoraka, tako da je za uzorke dopirane sa 1wt% Kirijeva konstanta iznosi C=$1.10\cdot10^5$ K.

TABELA I
DIELEKTRIČNI PARAMETRI ZA HO/$BaTiO_3$ (0.1KHZ, T_{SIN}= 1380°C)

Ho/$BaTiO_3$ (wt%)	ε_r na 300K	ε_r na T_C	T_0 [°C]	C [K] $\cdot 10^5$	γ
0.01	2160	6540	107.6	2.13	1.01
0.1	2070	5020	100.9	2.08	1.05
0.5	1940	4900	110.3	1.49	1.15
1	1238	2779	102.9	1.10	1.19

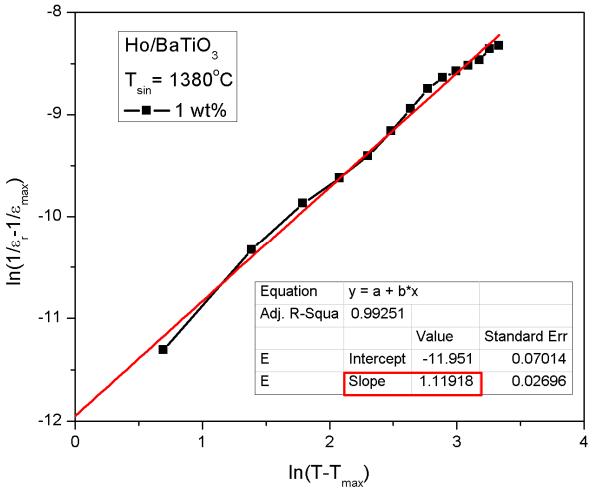


Slika 6. Recipročna vrednost dielektrične konstante u funkciji temperature za uzorke dopirane sa 0.01 wt% i 1 wt% Ho

Korišćenjem modifikovanog Kiri–Vajsovog zakona:

$$1/\varepsilon_r = 1/\varepsilon_{r\max} + (T - T_{\max})^{\gamma}/C' \qquad (4)$$

gde je ε_r dielektrična konstanta, ε_{rmax} dielektrična konstanta na T_c, a C' konsanta slična Kirijevoj konstanti, linearnim fitovanjem krivih $\ln(1/\varepsilon_r - 1/\varepsilon_{r\max})$ u funkciji od $\ln(T - T_{max})$ [6-7] određen je kritični eksponent nelinearnosti γ, koji predstavlja nagib krive, a grafički prikaz dat je na slici 7.



Slika 7. Zavisnost $ln(1/\varepsilon_r - 1/\varepsilon_{rmax})$ od $ln(T - T_{max})$ za uzorke $Ho/BaTiO_3$

Vrednost kritičnog eksponenta nelinearanosti γ kreće se od 1.0 za uzorke sa nižom koncentracijom Ho do 1.19 za uzorke dopirane sa 1wt% Ho, što je u skladu sa eksperimentalnim podacima jer je za ove uzorke karakterističan oštri prelaz iz feroelektrične u paraelektričnu oblast što ukazuje na strukturnu faznu promenu. Najizrazitija promena iz feroelektrične u paraelektričnu oblast zapažena je kod 0.01wt% Ho dopiranih $BaTiO_3$ uzoraka za koje je $\gamma \approx 1$. Najmanja promena je primećena kod uzoraka dopiranih sa 1wt% Ho za koje kritični eksponent γ iznosi 1.19.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je ispitivan uticaj promene koncentracije Ho na mikrostrukturne i dielektrične karakteristike Ho dopirane $BaTiO_3$ keramike. Za niže koncentracije Ho u $BaTiO_3$ keramici karakterističan je abnormalni rast zrna i veličina zrna koja se kretala od 20-40μm. Sa povećanjem koncentracije aditiva dolazi do smanjenja srednje veličine zrna tako da je za ove uzorke karakteristična sitnozrna mikrostruktura. Za niže koncentracije uzoraka karakteristična uniformna raspodela aditiva. Najveću dielektričnu konstantu na sobnoj temeperaturi i najveću promenu dielektrične konstante sa temperaturom pokazuju uzorci sa najnižom koncetracijom aditiva. Dielektrična konstanta $Ho/BaTiO_3$ sa 0.01wt% aditiva iznosi 2160 na sobnoj temperaturi. U uzorcima sa većom koncentracijom aditiva, promena dielektrične konstanate sa temperaturom je manja. Kirijeva konstanta C opada sa povećanjem koncentracije aditiva tako da najviše vrednosti imaju uzorci dopirani sa 0.1wt% aditiva. Vrednost kritičnog eksponenta nelinearnosti γ kretala se od 1.0 za najnižu do 1.19, za najvišu koncentraciju Ho.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju doc. dr Vesni Paunović i prof. dr Zoranu Prijiću na stručnim savetima i korisnim sugestijama u izradi ovog rada. Istraživanja su deo projekta OI172057 i TR32026.

LITERATURA

[1] S.Wang, G.O.Dayton, "Dielectric Properties of Fine-Grained Barium Titanate Based X7R Materials" *J. Am. Ceram. Soc.* 82, [10], pp.2677–2682, 1999.

[2] C.Pithan, D.Hennings, R.Waser, "Progress in the Synthesis of Nanocrystalline $BaTiO_3$ Powders for MLCC", *International Journal of Applied Ceramic Technology*, vol.2, no. 1, pp.1–14, 2005

[3] P.Kumar, S.Singh, J.K.Juneja, C.Prakash, K.K.Raina, "Influence of calcium on structural and electrical properties of substituted barium titanate",*Ceramics International*, 37, pp.1697–1700, 2011

[4] Z.C.Li, B.Bergman, "Electrical properties and ageing characteristics of BaTiO; ceramics doped by single dopants", *J. E. Ceram. Soc.* 25, pp.441-445, 2005

[5] V. Mitić, V.Paunović, D.Mančić, Lj.Kocić, Lj.Živković, V.B.Pavlović, Dielectric Properties of BaTiO3 Doped with Er2O3, Yb2O3 Based on Intergranular Contacts Model, Ceramic Transactions Vol. 204; pp 137-144, 2009

[6] K. Uchino and S. Namura, "Critical Exponents of the Dielectric Constants in Diffused-Phase-Transition Crystals," *Ferroelectrics Lett.* 44 (3), pp.55-61, 1982

[7] I. Isupov, "Some problems of diffuse ferroelectric phase transitions", *Ferroelectric*, 90, pp.113–118, 1989

Calculation of Magnetic Field Distribution and Vortex-Core Size of Type-II Superconductors in the Mixed State via London Model

Miljan Dašić

Abstract – Calculation of magnetic field distribution, current distribution and vortex-core size in modified London model has been performed. Two cases of the vortex lattice (VL) of type-II superconductors have been investigated - triangular and square lattice. The starting point of the calculation was magnetic field distribution. After calculating magnetic field distribution, next step was to calculate the current distribution, from which the vortex-core size has been obtained. Dependence of the vortex-core size upon the cutoff parameter is shown.

I. INTRODUCTION

Superconductivity (SC) is a physical phenomenon characterized by vanishing of the electric resistivity in different materials and alloys when they are cooled down below a certain temperature, known as critical temperature (T_c). Beside the stepwise decrease of the specific electric resistivity to zero, it was observed that a superconductor pushes out the magnetic flux, when placed in an external magnetic field. This appearance is called Meissner effect.

The explanation is that surface supercurrents are induced and they cancel out external magnetic field by their magnetic field. Inside the superconductors, electric field is $E = \rho J = 0$, therefore only surface currents can exist. Under the condition $T < T_c$, there is a surface supercurrent that completely cancels out external magnetic field, under the condition that external magnetic field is smaller than the critical field ($H < H_c$). The value of critical field depends on the temperature. It decreases from its maximum value $H_c(0)$ to the zero value at critical temperature ($H_c(T_c) = 0$). When one places already cooled superconductor ($T < T_c$) in the magnetic field bigger than critical field at that temperature ($H > Hc(T)$), material will lose SC and Meissner effect will not happen. There are two possible cases, depending exclusively on the kind of the SC material. In type-I superconductors, when $H = Hc(T)$, whole sample returns to normal state, when magnetic induction B completely penetrates inside the sample. In type-II superconductors, when $H < H_{c1}(T)$, where H_{c1} is the lower critical field, magnetic induction does not penetrate into the sample. When $H > H_{c2}(T)$, where H_{c2} is the upper critical field, sample returns to normal state, with full penetration of the magnetic induction. Under the condition $H_{c1}(T) < H < H_{c2}(T)$, there is a partial penetration of magnetic induction into the sample.

M. Dašić is with the Department of Physical Electronics, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia, and with the Physics Laboratory, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland. E-mail: miljandasic@yahoo.com

Regular microscopic structure with alternate placements of normal and superconducting areas settles, this is known as the mixed state. In the mixed state magnetic induction enters the sample partly, as magnetic vortex lines.

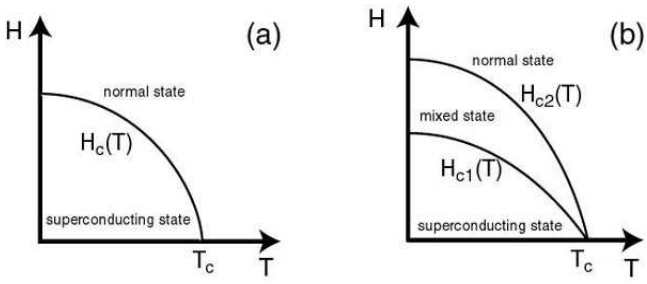


Fig. 1. $H_c(T)$ characteristic for type-I and type-II superconductors

Alexei Abrikosov won a Nobel prize for physics for his prediction about the mixed state. He predicted that some materials could preserve SC in strong magnetic fields by allowing the external magnetic field to penetrate the sample as a periodic arrangement of quantized flux lines, this is a vortex lattice (VL) [1]. The basis of Abrikosov's model of the mixed state is phenomenological Ginzburg-Landau (GL) theory. The structure of the VL is, within the GL theory, characterized by two fundamental length scales. Those are magnetic field penetration depth λ and coherence length ξ.

The first phenomenological theory of superconductivity was London theory. A major triumph of the equations of this theory is their ability to explain the Meissner effect. Their equation shows that magnetic induction in the superconductor decays exponentially with the distance from the surface. It means that a superconductor in Meissner state is not ideal because magnetic induction penetrates into the sample on the length scale of λ – London penetration depth.

One way of explaining the other parameter, coherence length, is that it defines the length scale over which the transition between normal and SC areas in the mixed state happens.

There are different experimental techniques to investigate the mixed state of type-II superconductors and one of the most powerful among them is the muon spin rotation technique.

Muon spin rotation (μSR) is an experimental technique used to measure local magnetic fields inside the sample. It can probe magnetic induction in the bulk of a superconductor in a vortex lattice state [3].
Those measurements can determine the vortex-core size.

II. LONDON MODEL

There are different models for the description of magnetic field distribution of the mixed state in type-II superconductors. The aim of those models is to extract data from muon spin rotation experiments. The difference between the models is in their ability to take into account various effects which can be measured in the experiments. In phenomenological London model, magnetic field for a perfect flux-line lattice (FLL) is [3]

$$\vec{h}_L(\vec{r}) = \vec{e}_z \frac{\Phi_0}{S} \sum_{\vec{G}} \frac{e^{i\vec{G}\cdot\vec{r}}}{1+\lambda^2 G^2} \tag{1}$$

where the sum goes over the reciprocal lattice vectors $\vec{G}$ of the FLL. Here Φ_0 is a flux quantum with its normalized value of 2π. Parameter S is the area of the vortex lattice unit cell. Vector $\vec{r}$ is the radius vector in the *xy* plane, it determines the position of the point in which magnetic field is calculated. Parameter λ is the penetration depth in the Meissner state. In reference [5] the temperature dependence of λ is given in the Eq. 2. However, we are dealing with a simplified model that does not account for the temperature dependence, so parameter λ has a fixed normalized value.

III. MODIFIED LONDON MODEL

London model used for the analysis of the experimental data does not account for the spatial dependence of the order parameter and it breaks down at distances on the order of coherence length from the vortex core center, B(r) diverges as $r \to 0$. To correct this, the sum over $\vec{G}$ can be truncated by multiplying each term in Eq. 1 by a cutoff function F(G), where G is the module of $\vec{G}$. One important fact is that the adequate form of F(G) depends on the precise spatial dependence of the order parameter in the vortex core, which in general depends on temperature and magnetic field. Modified London model has the analytical expression for F(G) in the form of a smooth Gaussian cutoff factor [3]:

$$F(G) = \exp(-\alpha G^2 \xi_h{}^2) \tag{2}$$

Magnetic field distribution in modified London model is

$$\vec{h}_L(\vec{r}) = \vec{e}_z \frac{\Phi_0}{S} \sum_{\vec{G}} \exp(-\alpha G^2 \xi_h{}^2) \frac{e^{i\vec{G}\cdot\vec{r}}}{1+\lambda^2 G^2} \tag{3}$$

Brandt determined the values of α by solving Ginzburg-Landau (GL) equations [5]. In this paper we are using $\alpha = 1$. Furthermore, Laiho et al. have shown that α is temperature dependent [2]. They have determined the temperature and magnetic field dependences of the cutoff function used in the modified London model. These calculations show that the London model with the proper cutoff function provides a reasonable description of the magnetic field distribution of the FLL in type-II superconductors.

IV. VORTEX LATTICE CONFIGURATION

Before the calculation of magnetic field, shape of the vortex lattice has to be fixed. The shape of the VL is determined by the unit vectors [4]

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 &= (a,0,0) \\ \vec{r}_2 &= (a\cos\theta_L, a\sin\theta_L, 0) \\ \vec{r}_3 &= (0,0,1) \end{aligned} \tag{4}$$

where a is the lattice constant, $a = \sqrt{\frac{\Phi_0}{H}}$. The range for H is $0 \le H \le 1$. The lattice characteristic angle θ_L is the angle between $\vec{r}_1$ and $\vec{r}_2$. Two basic shapes are considered in this paper: square lattice ($\theta_L = 90^\circ$) and triangular lattice ($\theta_L = 60^\circ$). Introducing reciprocal unit vectors

$$\begin{aligned} \vec{k}_1 &= 2\pi \frac{\vec{r}_2 \times \vec{r}_3}{S} \\ \vec{k}_2 &= 2\pi \frac{\vec{r}_3 \times \vec{r}_1}{S} \end{aligned} \tag{5}$$

that define reciprocal lattice vector (n and m are integers)

$$\vec{G}(n,m) = -n\vec{k}_1 + m\vec{k}_2 \tag{6}$$

Area of the vortex unit cell is calculated as

$$S = \vec{r}_1 \cdot (\vec{r}_2 \times \vec{r}_3) \tag{7}$$

The sum over reciprocal lattice vector $\vec{G}$ is symmetric. It means that integers (n,m) take the values from the interval

$$-l \le \{n,m\} \le l \tag{8}$$

Value of l is determined under the cutoff condition [5],

$$\left|\vec{G}_{\max}\right| \approx \frac{2\pi}{\xi_h} \tag{9}$$

From the Eq. 6 we obtain the value of G

$$\left|\vec{G}\right| = \sqrt{\left(mk_{2x} - nk_{1x}\right)^2 + \left(mk_{2y} - nk_{1y}\right)^2} \tag{10}$$

A. Square lattice

In the case of square lattice, Eq. 10 simplifies to

$$\left|\vec{G}\right| = \sqrt{\left(nk_{1x}\right)^2 + \left(mk_{2y}\right)^2} \tag{11}$$

Since $k_{1x} = k_{2y}$ and $n_{\max} = m_{\max} = l$, we obtain

$$\left|\vec{G}\right|_{\max} = l\sqrt{2}k_{1x} \tag{12}$$

Combining Eq. 9 and Eq. 12 gives us

$$l = \frac{2\pi}{\sqrt{2}\xi_h k_{1x}} \tag{13}$$

According to Eq. 5, $k_{1x} = \frac{2\pi}{a}$, therefore Eq. 13 becomes

$$l = \frac{a}{\sqrt{2}\xi_h} \tag{14}$$

B. Triangular lattice

In the case of triangular lattice, Eq. 10 simplifies to

$$\left|\vec{G}\right| = \sqrt{\left(nk_{1x}\right)^2 + \left(mk_{2y} - nk_{1y}\right)^2} \tag{15}$$

Maximum value of G is

$$\left|\vec{G}\right|_{\max} = l\sqrt{\left(k_{1x}\right)^2 + \left(k_{2y} + \left|k_{1y}\right|\right)^2} \tag{16}$$

Combining Eq. 9 and Eq. 16, gives us

$$l = \frac{2\pi}{\xi_h\sqrt{\left(k_{1x}\right)^2 + \left(k_{2y} + \left|k_{1y}\right|\right)^2}} \tag{17}$$

According to Eq. 5, $k_{1x} = \frac{2\pi}{a}, k_{1y} = -\frac{2\pi}{a\sqrt{3}} k_{2y} = \frac{4\pi}{a\sqrt{3}}$

$$l = \frac{\sqrt{3}a}{2\xi_h} \tag{18}$$

V. CURRENT DISTRIBUTION

Magnetic field distribution over a chosen *xy* mesh has been calculated, according to Eq. 3. Next parameter of a type-II superconductor we want to calculate is the vortex-core size. One of possible ways for defining a vortex-core size is provided in [6]. It is defined from the supercurrent density near the vortex center. At the vortex center supercurrent density is equal to zero, since that part of the superconductive material is not in SC state. The absolute value of supercurrent density reaches its maximum value at the distance R_0 from the vortex center. This distance is the vortex-core size. When there is an analytical expression for the magnetic field, current distribution is easily calculated. According to the Ampere's law (IV Maxwell's equation)

$$\vec{J}(\vec{r}) = \vec{\nabla} \times \vec{h}(\vec{r}) \tag{19}$$

Magnetic field points in the z-direction. By solving the determinant that corresponds to the vector product from Eq. 19, the expression for current distribution is obtained

$$\vec{J}(\vec{r}) = \vec{e}_x \frac{\partial h(\vec{r})}{\partial y} - \vec{e}_y \frac{\partial h(\vec{r})}{\partial x} \tag{20}$$

Let us calculate the *x* and *y* components of the current:

$$\frac{\partial h(\vec{r})}{\partial \varepsilon} = i\frac{\Phi_0}{S}\sum_{\vec{G}} \frac{F(G)e^{i\vec{G}\cdot\vec{r}}}{1+\lambda^2 G^2} G_\varepsilon, \varepsilon = \{x, y\} \tag{21}$$

Intensity of the current in given point of the *xy* mesh is

$$J(\vec{r}) = \sqrt{J_x(\vec{r})^2 + J_y(\vec{r})^2} \tag{22}$$

VI. RESULTS

Magnetic field and current distribution of modified London mode have been calculated, in the cases of square and triangular vortex lattices. We show the results for $\xi_h = 0.18$. Furthermore, the values of vortex-core size have been extracted from the profile of the current distribution. Dependence of vortex-core size upon the cutoff parameter has been found.

A. Square lattice

In Fig. 2 and Fig. 3 top view and side view of magnetic field distribution in square lattice case are shown, respectively.

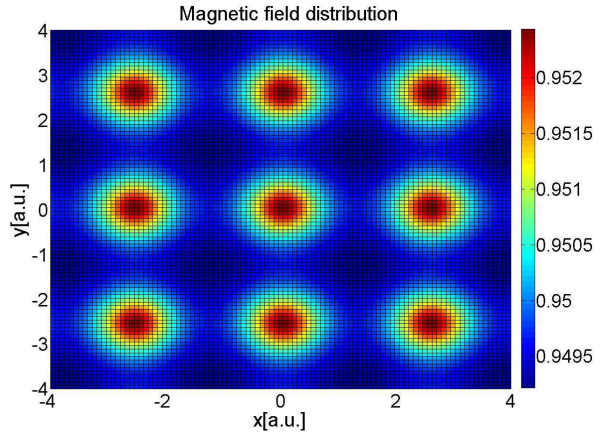


Fig. 2. Top view of magnetic field distribution (square lattice)

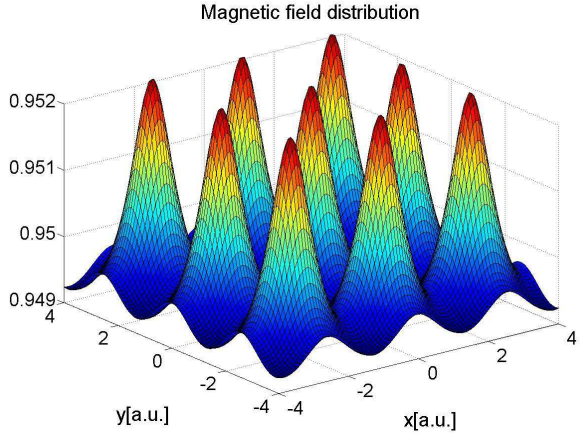


Fig. 3. Side view of magnetic field distribution (square lattice)

It is confirmed that the lattice constant extracted from Fig. 2 is equal to the lattice constant given in the simulation. In Fig. 3 we can observe that magnetic field has maximum value in the core center and symmetrically drops down around the core center. In Fig. 4 and Fig. 5 top view and side view of current distribution are shown.

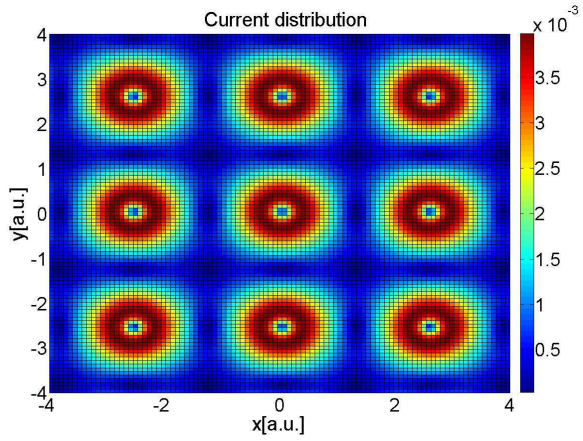


Fig. 4. Top view of current distribution (square lattice)

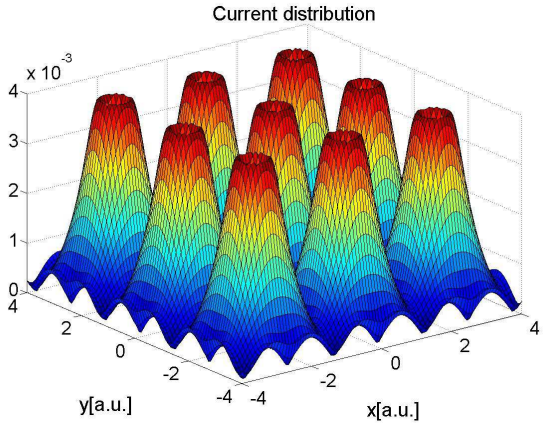


Fig. 5. Side view of current distribution (square lattice)

One can notice the square lattice in Fig. 4, with the proper lattice constant. In Fig. 5 one can observe that current has minimum value in the core center and symmetrically rises up around the core center, in “volcano-like” shape.

B. Triangular lattice

In Fig. 6 and Fig. 7 top view and side view of magnetic field distribution in triangular lattice case are shown, respectively.

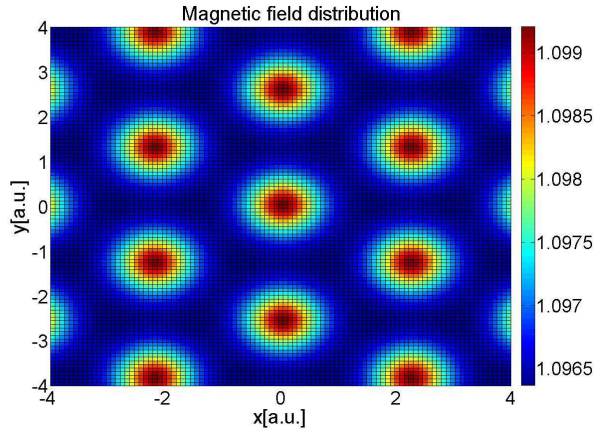


Fig. 6. Top view of magnetic field distribution (triangular lattice)

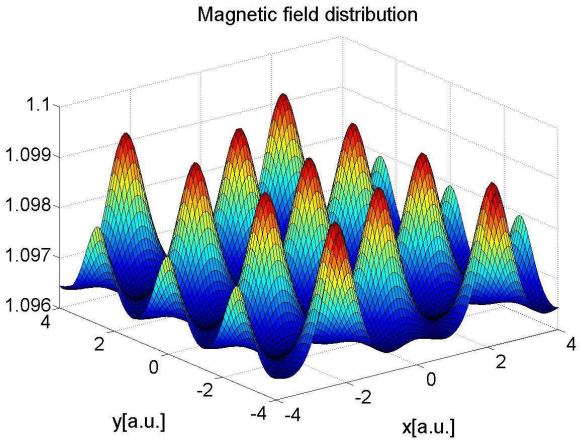


Fig. 7. Side view of magnetic field distribution (triangular lattice

One can notice the triangular lattice in Fig. 6, with the lattice constant equal to the lattice constant calculated in the simulation. In Fig. 7 one can observe that magnetic field has maximum value in the core center and symmetrically drops down around the core center.

In Fig. 8 and Fig. 9 top and side view of current distribution are presented. Similar to the square lattice case, current has minimum value in the core center, and rises up symmetrically around the core center.

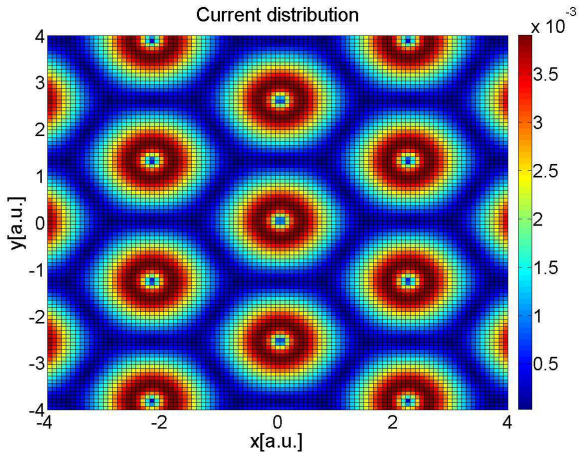


Fig. 8. Top view of current distribution (triangular lattice)

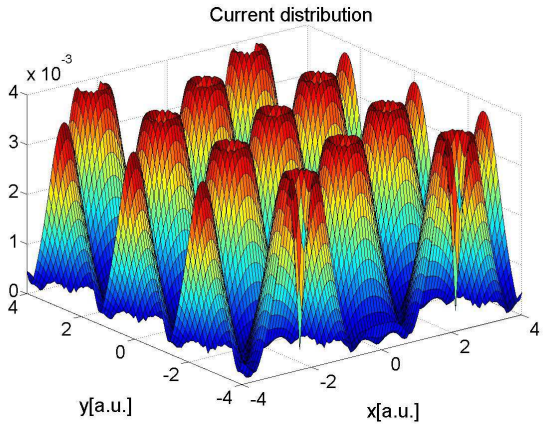


Fig. 9. Side view of current distribution (triangular lattice)

Now when we have the current distribution, next step is to plot its profile and extract the vortex-core size. As stated in [6] (Fig. 6 (b)) vortex core size is the distance from the vortex centre at which supercurrent density has maximum value. In Fig. 10 profile of the supercurrent distribution is presented, for $\xi_h = 0.18$. The vortex-core size does not depend on the lattice shape, for one value of ξ_h it is the same for both lattices.

The profile along *x*-axis is presented, it is the same along *y*-axis, due to symmetry. The *xy* mesh includes three vortex cores along both axes. This plot has been obtained by observing one arbitrary chosen vortex core. In Fig. 11 the dependence of vortex-core size on the cutoff parameter is shown.

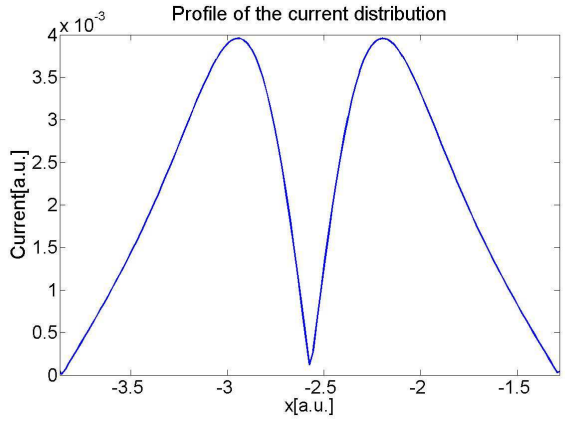


Fig. 10. Profile of the current distribution ($\xi_h = 0.18$)

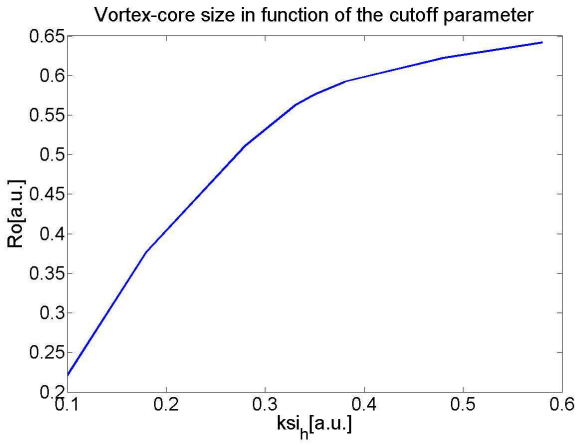


Fig. 11. Vortex-core size in function of the cutoff parameter

VII. Conclusion

Magnetic field and supercurrent distribution have been calculated according to the modified London model. The results have met expectations, meaning that the lattice shape with proper lattice constant has been obtained. Distributions correspond to the mixed state of a type-II superconductor.

Vortex-core size has been obtained from the profile of the supercurrent distribution. Plot of the vortex-core size versus cutoff parameter shows that they are on the same order of magnitude and that an increase of the cutoff parameter causes the increase of the vortex-core size.

Acknowledgement

I would like to say many thanks to Mr. Dragan Vukićević, the director of IAESTE Serbia, who found for me this great internship at Lappeenranta University of Technology, Finland.

Many thanks to prof. Erkki Lähderanta for accepting me as a trainee in the Laboratory of Physics at Lappeenranta University of Technology (LUT), Lappeenranta, Finland.

I am very thankful to my mentor, dr Ivan Zakharchuk, for the ideas related to my research and for the useful discussions.

References

[1] A. A. Abrikosov, "On the magnetic properties of Superconductors of the Second Group", *Soviet Phys.*, 1957, *JETP* 5 1174

[2] R. Laiho, M. Safonchik, and K. B. Traito, "Quasiclassical approach to nonlocal generalized London equation in the mixed state of s-wave superconductors", *Phys. Rev. B*, 2007, 75 174524

[3] J. E. Sonier, J. H. Brewer, and R. F. Kiefl, "μSR studies of the vortex state in type-II superconductors", *Rev. Mod. Phys.*, Jul 2000, vol. 72, pp. 769-811.

[4] M. Ihcioka, A. Hasegawa, and K. Machida, "Field dependence of the vortex structure in d-wave and s-wave superconductors", *Phys. Rev. B*, April 1999, vol. 59, pp. 8902-8915.

[5] P. Belova, M. Safonchik, K. B. Traito, and E. Lähderanta, "Cutoff parameter and the field distribution in the mixed state of iron pnictides with $s_{\pm}$ and s_{++} pairing symmetries", *Phys. Rev. B*, 2011, vol. 83, pp. 104518-1 – 104518-5

[6] J. E. Sonier, "Muon spin rotation studies of electronic excitations and magnetism in the vortex cores of superconductors", *Rep. Prog. Phys.*, 2007., vol. 70, 1717-1755.

Aplikacija za kurs "Tehnike super pamćenja"

S. Jovanović, S. Dželadinović

Sadržaj – Ovaj rad bavi se asocijativnom tehnikom pamćenja i njenom primenom kod lančanog metoda pamćenja. U cilju boljeg usvajanja tehnika pamćenja razvijena je odgovarajuća računarska aplikacija, koja pomaže korisniku da shvati suštinu navedenih tehnika pamćenja. U radu su objašnjene gore pomenute tehnike pamćenja i opisana je razvijena aplikacija.

I. UVOD

Pamćenje je složeni psihički proces koji nam omogućava da najpre zadržimo, a kasnije, po potrebi, obnovimo i reprodukujemo sve ono što je bilo ili prošlo kroz našu svest. Drugim rečima, pamćenje omogućuje da naša prošlost deluje na našu sadašnjost, da korisna saznanja i iskustva iz prošlosti koristimo za efikasno snalaženje u sadašnjosti. Čovek neprestano uči tako što se stalno menja kroz svoje delovanje i iskustva putem svojih doživljavanja i saznanja. Ako ove promene zapamti, onda će one postati deo njegovog znanja i uticaće na njegova dalja delovanja i saznanja. Ove neprekidne i međusobno povezane promene daju čoveku jednu veoma važnu biološku sposobnost, da zapamti posledice ranijih iskustva prošlosti i efikasno koristi za uspešno prilagođavanje promenljivim okolnostima sadašnjosti. Ovo je ujedno i osnovna svrha i cilj pamćenja. Pamćenje je skup određenih procesa: opažanje, zapamćivanje, zadržavanje i sećanje. Ono je aktivnost, a ne stvar ili skladište zapamćenih podataka. Ono je sposobnost da naša iskustva zadržimo i kasnije po potrebi reprodukujemo u našoj svesti radi uspešnog rešavanja problema u životu i radu [1]. U skladu sa time koliko je važno imati što bolje pamćenje razvili smo računarsku aplikaciju, koja predstavlja glavnu temu ovog rada, u vidu vodiča kroz kurs Tehnike super pamćenja. Rad je organizovan na sledeći način. U drugom odeljku opisana je asocijativna tehnika pamćenja, koja čini bazu mnogih drugih tehnika i metoda. U trećem odeljku opisan je lančani metod pamćenja. U četvrtom odeljku opisana je razvijena aplikacija. Peti odeljak predstavlja zaključak.

II. ASOCIJATIVNA TEHNIKA PAMĆENJA

Asocijativna tehnika pamćenja bazira se na uspostavljanju veze između dva pojma koja ni na koji način nisu međusobno povezana. Još je Arhimed ustanovio da postoje tri vrste asocijacija: po sličnosti (npr. lira i harfa), po suprotnosti (dan i noć) i po prostornoj ili vremenskoj povezanosti (šaka i prsti). Šta u situaciji kada imamo dva pojma koja ne povezuje nijedna od ove tri vrste asocijacija? Uzmimo jedan jednostavan primer, recimo da imamo sledeće parove reči:

brod - žirafa,
fudbal - top,
cigarete - telefon,
klizačica - flaša.

Neka imamo zadatak da ove parove tako zapamtimo da na pomen jedne reči treba reći koji je njen par. Asocijativna tehnika pamćenja podrazumeva da zamislimo sliku u kojoj se pojavljuju predmeti koje treba zapamtiti, pri čemu se na slici koju zamišljamo dešava nešto nelogično, nemoguće, nesvakidašnje, jer to je ono što se lako pamti. Recimo možemo zamisliti kako žirafa stoji u vodi do kolena, a brod prolazi ispod nje kao ispod nekog ogromnog mosta. Za drugi par možemo zamisliti kako top ispaljuje fudbalsku loptu umesto granate. Kod trećeg para možemo zamisliti kako dok telefoniramo ogromna količina cigareta počinje da izlazi iz telefonske slušalice i da ispunjava sobu, dok kod četvrtog para možemo zamisliti kako klizačica ima flašu umesto klizaljke na kojoj izvodi razne piruete. Svaka osoba će da zamisli ono što njoj najviše odgovara, i za nju će njena lična slika, odnosno film, da bude najbolja moguća slika tj. film. Prizor koji zamišljamo je dovoljno videti na svega par sekundi, i to će biti dovoljno pod uslovom da smo zamislili nešto nesvakidašnje.

Asocijativna tehnika pamćenja predstavlja veoma moćnu tehniku, na kojoj se baziraju mnoge druge tehnike, odnosno metodi. Dva takva metoda su lančani metod pamćenja i vezni metod pamćenja. U sledećem odeljku razmotrićemo lančani metod pamćenja.

III. LANČANI METOD PAMĆENJA

Lančani metod pamćenja direktno proizilazi iz asocijativne tehnike pamćenja, tako što se pojmovi koje treba zapamtiti povezuju u lanac. Ako se vratimo primeru iz prethodnog odeljka, imali bismo sledeći niz predmeta:

brod - žirafa - fudbal - top - cigarete - telefon - klizačica - flaša

Sada brod treba asocijativno povezati sa žirafom, žirafu sa fudbalom, fudbal sa topom itd. do kraja niza. Poslednji elemenat niza, flašu, možemo asocijativno

Sanja Jovanović je student na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: sanjasaki90@gmail.com

Stefan Dželadinović je student na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefancoder@elfak.rs

povezati sa prvim elementom, brodom, ili ga možemo postaviti u neki čudan položaj, čime ćemo zapamtiti da je tu kraj niza. Na ovaj način mogu se pamtiti nizovi praktično neograničenih dužina, gde bez problema možemo reprodukovati ono što smo zapamtili i unapred i unazad. U [1] je pokazano kako se ovo može primeniti kad imamo različite vrste reči, odnosno kada umesto predmeta treba zapamtiti pojmove. Primenom lančanog metoda pamćenja može se zapamtiti redosled glavnih tačaka nekog predavanja koje treba održati, redosled poglavlja neke knjige, niz tema kod spremanja ispita, spisak namirnica koje treba kupiti u samoposluzi itd. Sve u svemu, lančani metod pamćenja može se primeniti na gomilu svakodnevnih situacija.

IV. IZGLED I RAD APLIKACIJE

Aplikacija je rađena pomoću Adobe Flash Professional CS6 [2], korišćena i prikazana u konačnoj verziji kao web aplikacija uz pomoć html-a, css-a i javascript-a [3]. Aplikacija ima pet delova za prikaz. Početak aplikacije u konačnoj web verziji ima izgled kao na slici 1. Svaki put kada korisnik izabere opciju Početak iz menija, koji se nalazi na vrhu u vidu kartica na kojima su naslovi za svaku od tema, prikazaće se dobrodošlica kursu. Kako kurs sadrži četiri teme, tako i aplikacija ima četiri dela za prikaz istih. Teme su: “Asocijativna tehnika pamćenja“, “Kako se stvaraju kvalitetne asocijacije“, “Lančani metod pamćenja“ i “Vezni metod pamćenja“. Aplikacija je razvijena pod mentorstvom doc. Vladimira Stankovića, a konkretno naš zadatak je bio razvoj tema “Asocijativna tehnika pamćenja“ i “Lančani metod pamćenja“, kao i spoj svih delova aplikacije u jednu celinu.



Slika 1. Prikaz stranice “Početak” u web verziji

Izborom opcije iz menija “Asocijativna tehnika pamćenja“ dobija se prikaz kao na slici 2. U nastavku (klikom na dugme Play) se prikazuje film, odnosno animacija rađena u Adobe Flash-u. U toku animacije čuje se audio fajl sa ljudskim glasom koji objašnjava asocijativnu tehniku pamćenja. Na žalost, u ovom radu ne možemo da prikazujemo animacije, ali zato rad sadrži dosta slika, na osnovu kojih čitalac može da stekne uvid o aplikaciji. Tako su na slikama 3-5 prikazani neki detalji iz same animacije. Što se tiče objašnjenja sadržanog u animaciji u vidu ljudskog glasa, ono se praktično sastoji od izlaganja datog u drugom odeljku ovog rada.



Slika 2. Asocijativna tehnika pamćenja



Slika 3. Asocijacija bazirana na sličnosti - lira i harfa



Slika 4. Parovi za asocijativnu tehniku pamćenja

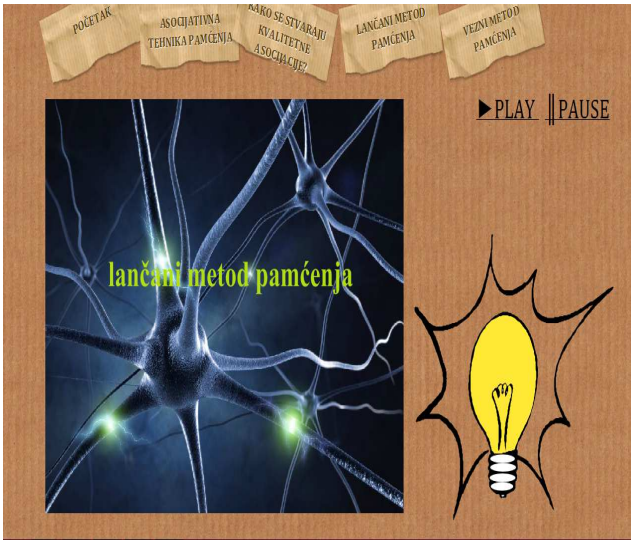


Slika 5. Asocijacija za par fudbal - top

Izgled opcije iz menija “Kako se stvaraju kvalitetne asocijacije?“ je prikazan na slici 6. Izborom opcije “Lančani metod pamćenja“ iz menija dobija se prikaz kao na slici 7. U nastavku (klikom na dugme Play) se prikazuje animacija koja opisuje Lančani metod pamćenja. U toku animacije se čuje audio fajl (sa ljudskim glasom) koji objašnjava suštinu lačanog metoda pamćenja, u skladu sa tekstom sadržanim u trećem odeljku ovog rada. Na slikama 8 i 9 su prikazani neki detalji animacije.



Slika 6. Kako se stvaraju kvalitetne asocijacije?



Slika 7. Lančani metod pamćenja



Slika 8. Detalji iz Lančanog metoda pamćenja



Slika 9. Asocijacija za par žirafa - fudbal

Na slici 10 prikazana je i poslednja tema u ovom kursu, a to je Vezni metod pamćenja.



Slika 10. Vezni metod pamćenja

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je asocijativna tehnika pamćenja i njena primena kod lančanog metoda pamćenja. Takođe je prikazan detaljan izgled računarske aplikacije koja je rađena u cilju prikaza kursa Tehnika super pamćenja. Aplikacija je razvijena uz pomoć ActionScripta za Adobe Flash Professional CS6, dok su za konačan prikaz korišćeni html, javascript i css, pomoću kojih je postignuto da se korisniku na što bolji i lakši način objasni kurs. Aplikacija obiluje interesantnim animacijama koje na veoma slikovit način pomažu korisniku da shvati i usvoji suštinu obrađenih tehnika i metoda pamćenja.

LITERATURA

[1] A. M. Semorie, R. Semorie, S. Popović, "I vi možete imati super pamćenje", Beograd, 1980.
[2] Adobe Flash, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: http://www.adobe.com/rs/
[3] Web škola, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: http://www.w3schools.com/

Smart Bus

D. Todorović, L. Vučić, J. Jovanović, M. Đorđević, A. Jelić

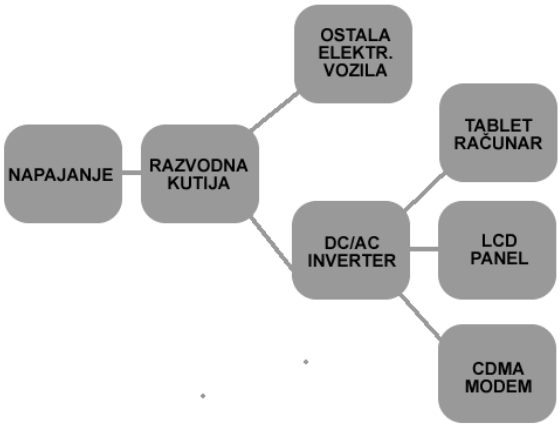
Sadržaj - Projekat "Smart Bus" realizuje se pri fondu "Pokreni se za budućnost" koji finansira kompanija "Filip Moris" i cilj mu je modernizacija javnog gradskog prevoza, kao i promocija važne uloge informacionih tehnologija u svakodnevnom životu. U realizaciji projekta učestvuju studenti Elektronskog i Ekonomskog fakulteta, a mentor projekta je dr D.Danković, asistent na Elektronskom fakultetu u Nišu.

I. UVOD

Kroz realizaciju projekta predviđeno je opremanje autobusa kružnih linija 34a i 34b niškog javnog gradskog prevoza [1] tehničkom opremom kojom će se putnicima omogućiti pristup besplatnom bežičnom internetu tokom vožnje i LCD panelima na kojima će svaki putnik imati mogućnost da prati selektivan informativni sadržaj. Informativni sadržaj odnosiće se na novosti i informacije iz sveta lokalne zajednice i biće pažljivo biran od strane članova tima i automatski ažuriran namenskim softverskim paketom. Kružna linija 34 je izabrana zbog njenog izuzetnog značaja u gradskom prevozu. Na slici 2 prikazana je trasa linije 34 i vozilo JP Aerodrom Niš koje vrši prevoz putnika na ovoj liniji [2].

II. BLOK ŠEMA KOMPLETNOG SISTEMA

Simplifikovana blok šema kompletnog sistema može se videti na slici 1. Sva dodatna oprema korišćena u sistemu napaja se preko DC/AC invertora.



Slika 1. Simplifikovana blok šema kompletnog sistema.

D.Todorović je student Elektronskog fakulteta u Nišu, smer Elektronske komponente i mikrosistemi, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: duki018@yahoo.com

L.Vučić, M.Đorđević, J.Jovanović i A.Jelić su studenti Ekonomskog fakulteta u Nišu, Trg kralja Aleksandra 11, 18000 Niš, Srbija.

III. NAPAJANJE OPREME

Obzirom da je projektom predviđeno da tehnička oprema ne bude iznošena iz autobusa (bez preke potrebe za servisiranjem i sl.) prioritet je bio konstruisati stabilno mobilno napajanje za ove uređaje. Sistem napajanja zasniva se na uzimanju napona sa već postojeće veze akumulatora pod kojim radi čitava elektronika vozila. Celokupna elektronika vozila radi na 24V jednosmernog DC napona, no obzirom da je za ispravan rad DC/AC invertora kojim mi u našoj tehničkoj opremi raspolažemo potreban ulazni napon od 12V DC signala, napon za napajanje invertora uzima se sa redne veze dva akumulatora od 12V, posle prvog akumulatora.





Slika 2. Linija 34 gradskog saobraćaja Niš i vozilo JP Aerpodrom Niš koje vrši prevoz putnika na ovoj liniji [1,2].



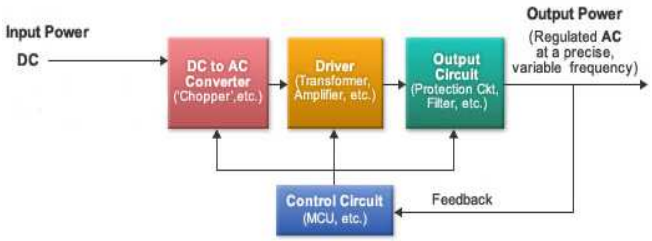
Slika 3. DC/AC inverter marke Belkin [3]

Na izlazu invertora prikazanog na slici 3 dobija se stabilisani AC napon 220V/50Hz sa varijacijama u amplitudi ne većim od 5% i varijacijama u frekvenciji ne većim od 3Hz. Maksimalna snaga na potrošaču koju invertor može da podrži je 140W, što je ispod sume snage svih potrošača iz tabele.

TABELA 1
SNAGA NA POTROŠAČIMA, POJEDINAČNO

Potrošač	**Snaga**
Ruter	10 W
Monitor	40 W
Tablet	10 W

Usled nestabilnosti DC ulaznog napona, može se desiti otkaz DC/AC invertora, što ćemo pokušati da sprečimo ubacivanjem promenljivog jednokratnog osigurača na ulazni deo kola invertora (slika 4).



Slika 4. Blok šema rada invertora

Celokupan sistem napajanja opreme je u slučaju otkaza potpuno nezavisan i unilateralan u odnosu na ostatak električne opreme u vozilu i u slučaju kvara može se vrlo lako izolovati isključivanjem prekidača na ulaznom čvorištu ovog dela mreže.

IV. INTERNET KONEKCIJA

Tip internet konekcije koji će se koristiti u autobusima zasniva se na CDMA2000 [4, 5] telekomunikacionim standardu po kome radi sistem kompanije "Orion telekom" koja je ujedno i partner projekta [6]. Za konekciju na internet koristi se CDMA modem firme "Vertex Wireless", model VW210E (slika 5) [7]. U standardnom pakovanju dolazi sa ispravljačem na 5V/2A sa mrežnog napona, dve CDMA antene, wireless antenom i ethernet kablom. U tabeli 2 date su karakteristike CDMA modema VW210E.



Slika 5. VW210E CDMA Modem [7]

TABELA 2
KARAKTERISTIKE CDMA MODEMA VW210E

Wifi standard:	IEEE 802.11g, IEEE 802.11b [8]
WIfi Kanali:	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, 2, 1 mbps
Wifi sigurnost:	64/128-bit WEP, WPA-PSK, WPA-PSK2
Wifi frekvencije:	2.4 - 2.483 GHz
Temperatura radne okoline :	-20 °C ~ +60 °C
Temperatura za čuvanje:	-30 °C ~ +70 °C
Dozv. vlažnost vazduha:	5 ~ 95%
Veličina:	150x130x30.5mm
Trajanje baterije:	U aktivnom rezimu 2.5h, u idle modu : 3.5h

Umesto standardnih antena distribuiranih od strane proizvođača, na mesto primarne i sekundarne CDMA antene stavljene su antene sa pojačanjem ulaznog signala od 8db, radi poboljšanja prijema signala. Wifi antena je fabrička, i omogućuje prijem wifi signala u radijusu od oko 90 metara (po podacima proizvođača). Konektori na CDMA modemu prikazani su na slici 6.



Slika 6. Konektori na CDMA modemu: 1.) Sekundarna CDMA antena 2.) prekidač za napajanje 3.) Priključak za napajanje 4.) Ethernet priključak 5.) Wifi antena 6.) Primarna CDMA antena

V. SOFTVER I INFORMACIONI SISTEM

Softver koji koristimo u projektu čine dve celine: CMS[9] sistem dostupan svim direktnim korisnicima projekta i pozadinski administrativni sistem namenjen administraciji podataka koji stižu do krajnjih korisnika.

CMS sistem koji ćemo koristiti će biti Wordpress, web blog[10] sistem programiran u php-u. Ovakvo web okruženje biće korišćeno kao baza najvažnijih informacija vezanih za svakodnevni život u lokalnoj zajednici kojoj će korisnici moći da pristupe i koja će im na vrlo simplifikovan način nuditi najvažniji pregled vest i informacija iz regionalnog sveta. U kombinaciji sa osnovnom verzijom CMS-a koristiće se i razni pluginovi (poput kviz i highlight plugina) koji će korisniku omogućiti komforniji i produktivniji boravak na stranici.

Back-end administrativni deo softver-a zadužen je za administriranje sadržaja koji se pojavljuje na LCD panelima u autobusima. Program iz pozadinske baze informacija po hronološkom i redosledu važnosti automatski na nedeljnom nivou generiše PPT[11] prezentacije sa adekvatnim informacijama za taj vremenski period, uz pomoć odgovarajućeg PHP[12] modula. Kako je prezentacija koja se koristi za konačni prikaz SWF[13] formata konačno dobijenu PPT prezentaciju moramo propustiti kroz odgovoarajući konvertor, što možemo učiniti korišćenjem odgovarajućim minimalizovanih bash[14] skripti koje se po potrebi izvršavaju pozadini servera.

VI. ZAKLJUČAK

Tvorci ideje “Pametan autobus” (Smart bus) žele da svojim sugrađanima učine svakodnevno putovanje gradskim autobusima što zanimljivije i da vreme vozeći se do škola, fakulteta, posla, iskoriste na efikasniji način, čitajući edukativan i koristan sadržaj na LCD panelima ili koristeći besplatan internet.

Nadamo se da će ova ideja biti prihvaćena u zajednici na pravi način i da u budućnosti predstavlja sasvim normalnu pojavu da takav sistem ima svaki autobus, kako na gradskim linijama, tako i na lokalnim i međugradskim linijama u našoj zemlji.



Slika 7. Praktična slika korisnosti ovakve vrste projekta u lokalnoj zajednici.

ZAHVALNICA

Tim se posebno zahvaljuje partnerima bez kojih ovaj projekat ne bi bio izvodljiv, a to su: JP Aerodrom Niš i Orion Telekom, kao i programu Pokreni se za budućnost koji se sprovodi u Nišu pod pokroviteljstvom kompanije Philip Morris Operations a.d.

LITERATURA

[1] JKP Direkcija za javni prevoz Grada Niša, [On Line] Dostupno na: http://www.jgpnis.rs/
[2] Aerodrom Niš Konstantin Veliki, [On Line] Dostupno na: nis-airport.com
[3] Belkin AC Anywhere! 140W http://www.belkin.com/uk/p/P-F5C412-140W/
[4] Vehicular Technology Conference, 1999 IEEE 49th, Volume:1
[5] Ilija S. Stojanović - Osnovi telekomunikacija, Beograd 1985.
[6] Internet provajder Orion Telekom http://www.oriontelekom.rs,
[7] Vertex Wireless”, model VW210E User manual (CZ/Pol) http://www.ufon.cz/upload/documents/VW210L_Mobilkom_User_manual_v1.2CZ_03.pdf
[8] http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html
[9] Wordpress blog Content Management System (CMS) - http://learn.wordpress.com/
[10] Web log (blog) - http://en.wikipedia.org/wiki/Blog
[11] PPT fajlovi - http://filext.com/file-extension/PPT
[12] PHP programski jezik - http://php.net/
[13] SWF multimedia format - http://en.wikipedia.org/wiki/SWF

Realizacija audio-efekata pomoću TMS320C5515 procesora

Predrag Cvetanović, Aleksandar Pejković, Dragan Antić

Sadržaj – Tehnologija snimanja muzičkog dela zahteva potpunu izolaciju korisnog signala od svakog uticaja šuma i interferencije. Zbog eliminisanja pojava kao što su eho i reverberacija snimljena muzika zvuči neprirodno. Kako bi se dobio prirodniji zvuk neophodno je izvršiti naknadnu obradu signala dodavanjem različitih audio efekata. U ovom radu je prikazana analiza i realizacija efekata ehoa i reverberacije pomoću programskog paketa Matlab i TMS320C5515 DSP procesora.

I. UVOD

Dva važna čovekova čula su: vid i sluh. Shodno tome, dosta primene digitalne obrade srećemo kod obrade slike i zvuka. Nad signalom se mogu sprovoditi razne obrade, kao što je npr. filtriranje. Mogu se dodavati razni efekti, kao što je veštački eho i reverberacija za vreme *mix down*-a da bi se simulirali razni ambijenti. U zavisnosti od primenjenih kašnjenja, dobijaju se impresije različitih prostora.

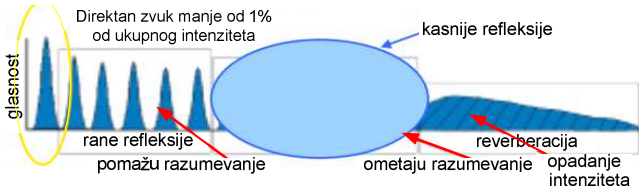
Snimanje jednog muzičkog dela neophodno je vršiti u dobro izolovanim prostorijama, tzv. „gluvim sobama“, kako bi se smanjio uticaj buke i raznih šumova koji se, zbog svoje stohastičke prirode veoma teško uklanjaju iz korisnog signala. Na ovaj način se eliminišu pojave kao što su eho i reverberacija koje kod slušaoca izazivaju osećaj prirodnosti i tako snimljena muzika deluje suvo i prazno [1]. Zbog svih tih problema, prvo se u akustičkom studiju svi instrumenti zasebno snimaju, a nakon toga signalima se dodaju određeni audio efekti. Ti efekti se veštački generišu pomoću raznih sistema za obradu signala. Razvojem digitalne tehnologije omogućena je primena velikog broja jednostavnih i veoma efikasnih algoritama koji se lako implementiraju korišćenjem uređaja za digitalnu obradu signala. Digitalni audio efekti i algoritmi koji ih izvršavaju, zbog velike fleksibilnosti omogućavaju korisnicima visok stepen kontrole nad zvučnim zapisom. Na ovaj način se povećava mogućnost manipulacije nad snimljenim materijalom, a samim tim i kvalitet produkcije dostiže viši nivo. Efekti koji utiču na vremenski zavisne veze između signala su eho i reverberacija. Realizuju se pomoću procesora za digitalnu obradu signala [2].

II. EHO I REVERBERACIJA

Eho je povratni zvučni talas (jeka, odziv), ili prva refleksija koja kasni u odnosu na direktan zvuk preko 50 ms, tako da su prepoznatljivi poslednji slogovi reči. Ako je prepreka od koje se reflektuje zvuk još više udaljena, preko 17 m, jasno su odvojene i čitave reči. Vreme kašnjenja prvog reflektovanog talasa govori nam o veličini prostorije. U toku snimanja i obrade eha koriste se uređaji za kašnjenje zvuka. Danas se to uglavnom radi softverski.

Reverberacija, kao rezultat reflektovanja zvuka od površina prostorije, predstavlja niz uzastopnih, sve slabijih refleksija koje prate direktan zvuk u prostoriji, i koje se uhom ne mogu međusobno razlučiti, za razliku od eha, ili odjeka koje uho prima kao izdvojenu refleksiju. Pošto prelaze različita rastojanja i odbijaju se od različitih materijala, ovi odbijeni (reflektovani) zvučni talasi ne dopiru do slušaoca u istom trenutku i imaju različit frekventni sadržaj u odnosu na originalni izvor. Kada se zajedno pomešaju, ove refleksije postaju ono što mi prepoznajemo kao reverberaciju, koja stvara utisak prostornosti i pomaže slušaocu da stekne osećaj o veličini prostorije, materijalu zidova i položaju zvučnog izvora.

Bitni parametri na osnovu kojih se vrši podela prostora su vreme reverberacije i tzv. rane refleksije. Vreme reverberacije je vreme potrebno da akustička energija (odnosno intenzitet zvuka) opadne po isključivanju izvora na milioniti deo svoje prvobitne vrednosti od 60 dB, odnosno reverberacija je sveukupno opadanje intenziteta. Rane refleksije pomažu razumevanju dok su kasnije refleksije eho i smetaju razumevanju (zavise od pravca posmatranja i frekvencije), kao što se vidi sa slike 1.



Sl. 1. Eho i reverberacija

Eho se može čuti jer je brzina zvuka relativno mala, oko 400 m/s. Zbog jednostavnosti, na slici 2 je prikazan samo jedan eho put. Izlazni signal (*output*) dobijen je na osnovu originalnog (*input*) i zakašnjenog ulaznog signala (*delayed input*). Jednostavni eho filtar može se predstaviti diferencnom jednačinom tako da imamo

$$y(n) = x(n) + Gx(n-N) \tag{1}$$

Nakon Z transformacije date diferencne jednačine

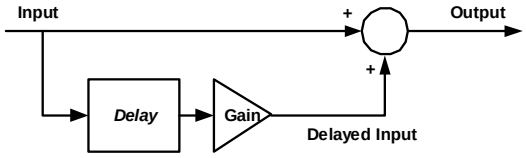
Predrag Cvetanović, Aleksandar Pejković i Dragan Antić, Katedra zaelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: pcvetanovic@elfak.rs, pejkovic_sv@hotmail.com, anticd88@gmail.com

dobija se prenosna funkcija eho filtra u obliku

$$H(z) = Y(z) / X(z) = 1 + GZ^{-N} \quad (2)$$

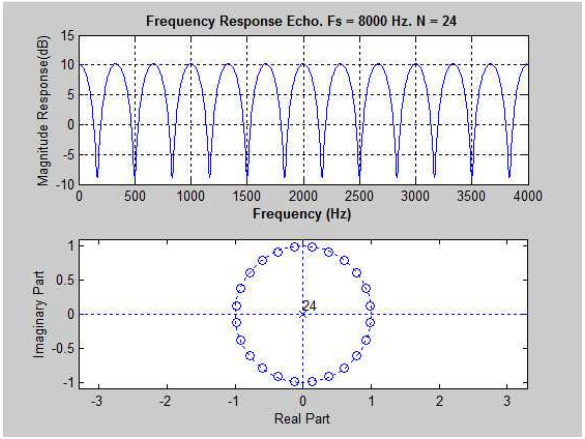
a impulsni odziv filtra je

$$h(n) = \delta(n) + G\delta(n-N) \quad (3)$$



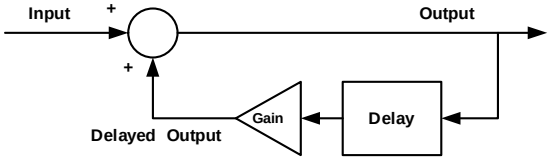
Sl. 2. Jedan eho put

Frekventni odziv eho filtra izračunat je korišćenjem Matlab-a i prikazan je na slici 3. Eho izlaz potiče isključivo od ulaza, ali su određene frekvencije oslabljene. Pošto su polovi unutar jediničnog kruga, eho je stabilan.



Sl. 3. Frekventni odziv eho filtra

Reverberacija je slična ehou ali ima nešto drugačiju konfiguraciju. Na slici 4 prikazan je pojednostavljen put reverberacije.



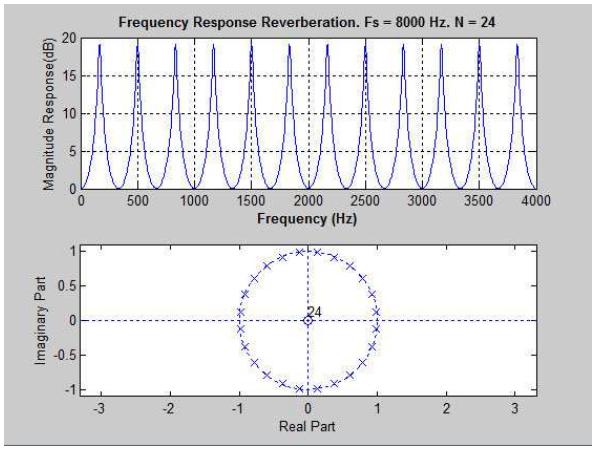
Sl. 4. Pojednostavljen put reverberacije

Na osnovu sledeće diferencne jednačine filtra

$$y(n) = x(n) + Gy(n-N) \quad (4)$$

korišćenjem Matlab-a izračunat je frekventni odziv reverberacije koji je prikazan na slici 5. Izlaz je dobijen na osnovu ulaza i prethodnog izlaza. Na određenim frekvencijama, izlaz će biti pojačan. S obzirom da se polovi nalaze na jediničnom krugu, reverberacija može postati nestabilna [3].

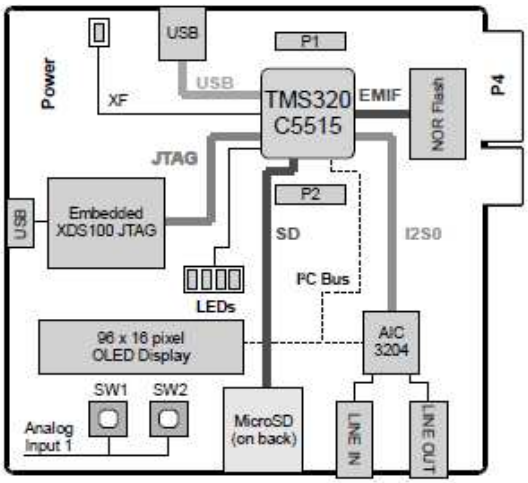
U realnim situacijama postoji više eho puteva. Kada se zvuk odbija od površine javlja se "obojenost". Signali određenih frekvencija biće apsorbovani ili fazno pomereni. Dakle, komercijalni eho/reverberacija blok treba da sadržati mnoge različitih puteva kašnjenja.



Sl. 5. Frekventni odziv reverberacije

III. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE TMS320C5515 EZDSP USB STICK

TMS320C5515 eZdsp USB Stick je pristupačna, samostalna platforma koja omogućava korisnicima testiranje i razvoj aplikacija za TI C55xx DSP familiju. C5515 dolazi opremljen raznim uređajima koji odgovaraju širem spektru aplikacionih okruženja. Glavne karakteristike ovog razvojnog sistema su: TMS320C5515 DSP procesor, TLV320AIC3204 stereo kodek, USB 2.0 interfejs, Micro SD konektor, 32 Mb NOR Flash memorija, I^2C OLED displej, pet korisničkih LED-a i dva prekidača, Bluetooth interfejs, ekspandori za povezivanje, itd. (slika 6) [4].

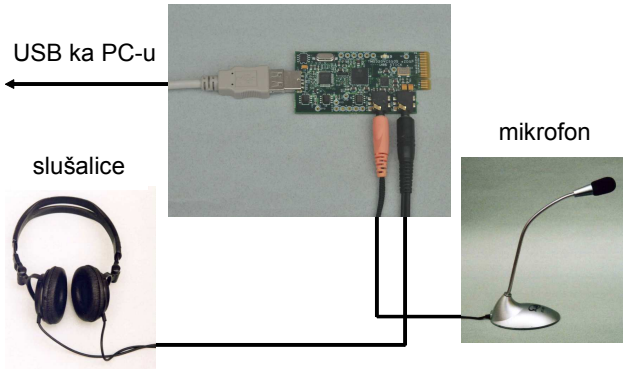


Sl. 6. Blok dijagram TMS320C5515 DSK eZdsp USB Stick [4]

AIC3204 stereo kodek je fleksibilni audio kodek sa programabilnim ulazima i izlazima, fiksno definisanim i parametrizovanim procesnim blokovima, integrisanim PLL-om i integrisanim linearnim naponskim regulatorom. Kodek pokriva reprodukciju od 8 kHz mono signala do 192 kHz stereo signala koji ga čini idealnim za telefone i prenosive audo uređaje. Napon napajanja za analogni ulaz je od 1.5 V do 1.95 V a za digitalni od 1.26 V do 1.95 V. Interni takt za rad kodeka možemo dobiti iz više različitih izvora i to preko MCLK pina, BCLK pina i GPIO pina ili preko internog PLL-a. PLL je programabilan i može obezbediti frekvencije od 512 kHz do 50 MHz [4].

IV. Implementacija aplikacije na TMS320C5515 DSK

U cilju razmatranja različitih efekata ehoa i reverberacije na snimljeni audio signal, koristićemo hardversko okruženje zasnovano na TMS320C5515 razvojnom sistemu. Na slici 7 se mogu videti osnovni elementi koji su potrebni za implementaciju i evaluaciju naše aplikacije.



Sl. 7. DSP sistem za implementaciju aplikacije

Kao sto je ranije pomenuto, eho i reverberacija su posledica odbijanja zvučnih talasa, tj. refleksije. Zvuk se odbija od raznih materijala, pa se prema tome oni dele na reflektore, gde se u velikoj meri zvuk odbija (nikad ne može odbijanje da bude apsolutno), zatim na apsorbere, gde se u najmanjoj meri zvuk odbija (takođe ne postoje savršeni apsorberi), i na difuzore kao tip reflektora, gde se energija zvuka rasipa na niz manjih i ne važi klasičan zakon odbijanja talasa po kome je upadni ugao jednak odbojnom. Koeficijent apsorpcije ima vrednost od 0 do 1 i nije isti za sve frekvencije. Niske frekvencije se teško apsorbuju, a visoke lako. Obično, sve preko 5 ili 6 kHz je apsorbovano. To je prirodna karakteristika, pa reverberacija bez niskih frekvencija zvuči hladno i neprirodno. Dalje, prostore delimo na žive i gluve prema vremenu reverberacije. Kod gluvih prostora ovo vreme je kratko i kreće se od 0 do 0,5 sekundi. Sledeći bitan parametar su tzv. rane refleksije. To su one prve koje nastaju po pojavi zvuka i služe za određivanje položaja izvora zvuka (npr. instrumenta) u prostoru. Njihova amplituda brzo opada, a postaju sve gušće s vremenom. Brzina opadanja nije ista za sve frekvencije.

Od posebnog interesa za ovaj rad je veštačka reverberacija. Nekada se ona postizala glomaznim spravama, eho pločom recimo, ili eho sobom. Danas ovu fukciju obavljaju uspešno DSP čipovi i procesori računara. Parametri veštačkog reverba su obično nivo prvih refleksija, vreme reverberacije, ili kašnjenje prvih refleksija u milisekundama. Dalje, to može biti podešavanje boje reverba putem filtara za niske i filtara za visoke frekvencije, pa *damping* - prigušenje visokih frekvencija, *crossover* frekvencija - frekvencija od koje važi *damping*.

Eho je jednostavan efekat i ne treba o njemu puno pričati. Radi se, dakle, o izolovanim odjecima koje naše uho razlikuje kao posebne. Parametri *delay*-a su vreme, *feedback* (jačina odjeka), a može biti i *panning* (stereo pozicija, ako je u pitanju stereo *delay*). Često postoji tzv. *dry-wet* odnos. Tu određujemo koliko čujemo čistog signala, a koliko efekta.

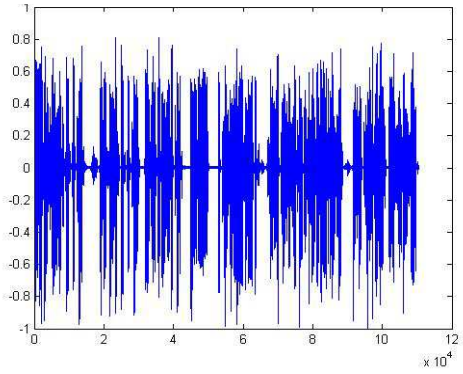
Naš sistem je prikazan na slici 7 gde na razvojni sistem preko mikrofona dovodimo audio signal. Audio signal može biti ljudski govor ali isto tako i bilo koji audio format (mp3, wav) . U našem slučaju je to bio .wav zapis. Signal se preko ulaznih portova dovodi u AIC kodek a zatim prosleđuje DSP čipu u kome se vrši dodavanje efekata kašnjenja (*delay*). Na izlazu sistema dobijamo veštačku reverberaciju.

V. Rezultati

Matlab je iskorišćen je za ispitivanje efekata ehoa i reverberacije na primeru snimljenog signala govora sa 8-bitnom rezolucijom. Frekvencija odmeravanja je 8 kHz (perioda 125 us) a glas je snimljen u '.wav' formatu. Na slici 8 prikazan je originalni audio signal, tj. snimljeni signal govora. Efekat ehoa i reverberacije na dati signal menja se u zavisnosti od parametra *N*, koji je deo jednačina (1)-(4). Vrednost parametra *N* određuje za koliko odmeraka signal kasni, a može se definisati sledećom jednačinom:

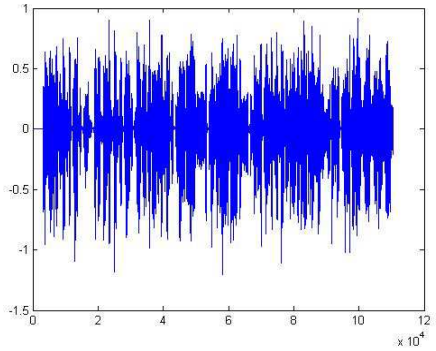
$$N = delay*fs \tag{5}$$

gde je *delay* – kašnjenje signala u odnosu na originalni zvuk izraženo u sekundama, *fs* – frekvencija odmeravanja.

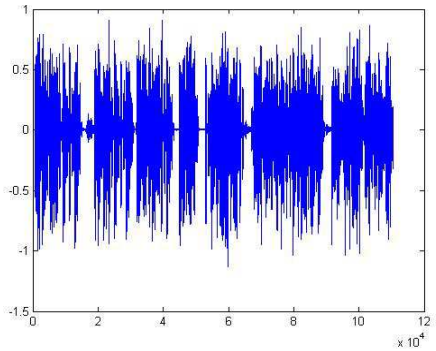


Sl. 8. Govorni signal snimljen u .wav formatu

U početnom trenutku odabrano je da kašnjenje signala bude 0.4 s a pojačanje G=0.5. Izlazni signal dobijen na osnovu jed. (1) prikazan je na slici 9. Smanjenjem vremena kašnjenja signala, a samim tim i parametra N, dolazi se do vrednosti na kojoj se ne može razlikovati izdvojeni eho. Taj trenutak odgovara reverberaciji. Izlazni signal za vrednost kašnjenja signala 0.1 s prikazan je na slici 10.



Sl. 9. Eho efekat za kašnjenje signala od 0.4 s



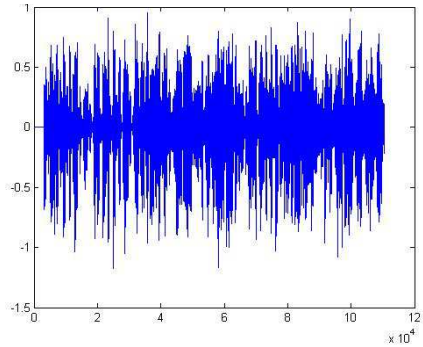
Sl. 10. Eho efekat za kašnjenje signala od 0.1 s

Ako se sabere beskonačan broj uzastopnih ehoa dobija se efekat reverberacije. Izlazni signali zasnovani na jed. (4) prikazani su na slikama 11 i 12 za vrednosti kašnjenja od 0.4 i 0.1 s, pri čemu je pojačanje G=0.5 u oba slučaja.

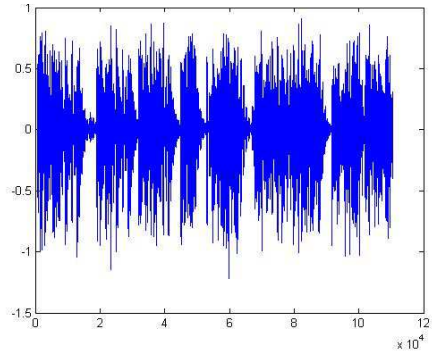
Efekat reverberacije može se ispitati i u zavisnosti od promene vrednosti pojačanja G, a za isto kašnjenje signala.

Na osnovu slika 9 i 10 može se zaključiti da je efekat ehoa izraženiji ako je vreme kašnjenja signala veće. Razdaljina izmedju izvora zvuka i objekta od koga se zvuk reflektuje je manja kod reverberacije. Drugim rečima, eho se javlja prilikom refleksije od objekata ili krajnjih tačaka kao što je zid, a reverberacija je rezultat skupa reflektovanih zvukova od površine koja je zatvorena potpuno, npr. auditorijum. Efekat reverberacije se može uočiti na slikama 11 i 12.

Nakon procene odgovarajućih parametara u Matlab-u, primenom algoritama za eho i reverberaciju, izvršena je implementacija na razvojnom sistemu TMS320C5515 eZdsp USB Stick, pri čemu sve neophodne funkcije obavlja DSP procesor [5]. Osciloskopom su snimljeni ulazni i izlazni signali nakon primene određenih efekata. Kao ulazni testni signal korišćen je ton notifikacije sa mobilnog telefona u trajanju od 400 ms.



Sl. 11. Efekat reverberacije za kašnjenje signala od 0.4 s



Sl. 12. Efekat reverberacije za kašnjenje signala od 0.1 s

U eksperimentu koristimo sledeće četiri opcije: 1) zvuk se preko ulaza prosleđuje na izlaz bez efekata, 2) zvuk se prosleđuje na izlaz sa efektom ehoa, 3) zvuk se prosleđuje na izlaz sa efektom reverberacije i 4) zvuk se prosleđuje na izlaz sa efektom ehoa i reverberacije. Ove opcije biramo preko analognih prekidača SW1 i SW2.

Biranjem opcije 2) preko analognih prekidača SW1 i SW2, na osciloskopu se može uočiti efekat ehoa, kao što je prikazano na slici 13. Signal označen žutom bojom na osciloskopu predstavlja ulazni signal, dok je plavom bojom označen signal sa efektom ehoa. U projektu je isprogramirano da se eho javi 0.5 sekundi nakon reprodukcije ulaznog zvuka.



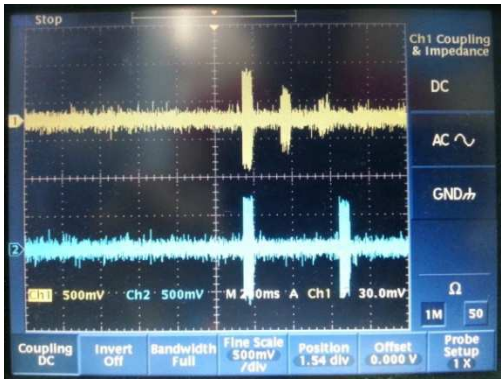
Sl. 13. Prikaz na osciloskopu ulaznog (žuti) i izlaznog (plavi) signala sa efektom ehoa

Na slici 14 prikazani su ulazni i izlazni signali snimljeni osciloskopom nakon biranja opcije 3) koja predstavlja efekat reverberacije.



Sl. 14. Prikaz osciloskopa pri efektu reverberacije

Četvrta opcija je kada se zvuk prosledjuje na izlaz sa efektom ehoa i reverberacije. Pošto se radi o stereo zvuku na levi audio kanal je prosleđen zvuk sa efektom ehoa a na desni audio kanal zvuk sa efektom reverberacije. Rezultati su prikazani na slici 15. Žutom bojom je prikazan levi audio kanal sa efektom reverberacije a plavom bojom desni audio kanal sa efektom ehoa.



Sl. 15. Prikaz osciloskopa pri upoređivanju efekta ehoa i reverberacije

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je realizacija efekata ehoa i reverberacije na snimljeni .wav signal. Za implementaciju ovih efekata korišćene su odgovarajuće diferencne jednačine FIR i IIR filtara. Kao alat za analizu ovih efekata korišćen je programski paket Matlab. Nakon simulacije izvršena je implementacija algoritama na razvojnom sistemu TMS320C5515 eZdsp USB Stick. Ulazni signal i izlazni signali nakon primene efekata ehoa i reverberacije snimljeni su osciloskopom. Na ovaj način se može uočiti primena pomenutih efekata na ulazni signal. Kao testni signal korišćen je ton notifikacije sa mobilnog telefona u trajanju od 400 ms.

Pokazano je da DSP čipovi mogu zameniti analogne hardverske uređaje. Potrebno je da to budu posebni DSP čipovi sa određenom dodeljenom funkcijom, zato što bi profesionalci imali niz primedbi na korišćenje računarskog mikroprocesora kao ovakvog čipa, jer on obavlja istovremeno i niz zadataka koje mu postavlja operativni sistem.

ZAHVALNICA

Rezultati ovog rada predstavljaju deo istraživanja u okviru projekta TR-32009 - “Rekonfigurabilne visoko-pouzdane platforme male potrošnje” finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Damjan Tomić, “Audio efekti - Phaser”, *18. Telekomunikacioni forum TELFOR*, Srbija, Beograd, novembar 2010, pp. 1383-1386

[2] Stanley R. Alten, “Audio in Media”, Wadsworth, Cengage Learning, 2005

[3] S. Kuao, B. Lee, W. Tian, “Real-time digital signal processing: implementations, applications and experiments with the TMS320C55X”, *John Wiley & Sons Ltd,*, 2006.

[4] Spectrum Digital, Inc., *TMS320C5515 eZdsp™ USB Stick Technical Reference*, 2010.

[5] Texas Instruments, on-line: http://www.ti.com/

Projektovanje i realizacija LCD instrumentacionog interfejsa kao embedded sistema

Zdravko Ćirić

Sadržaj - U ovom radu, biće predstavljen *LCD* instrumentacioni interfejs, namenjen simulaciji vožnje *Live For Speed [1]*. Simulacija radi na PC računaru i komunicira sa LCD interfejsom kako bi korisniku (vozaču) pružila neophodne informacije o virtualnom automobilu na malom displeju.

I UVOD

Napredak tehnologije je neizbežan, brz i uzbudljiv proces koji kroz modernizaciju društva pruža ljudima nova iskustva ili ih približava naizgled dalekim ciljevima. Jedna od oblasti gde tehnologija ima veliki uticaj je auto industrija, preciznije razvoj novih trkačkih bolida i simulatora za pripremu novih vozača. *Sim racing* [2] (simulirano trkanje) je termin za kompjuterski softver koji pokušava da precizno simulira auto trke, zajedno sa promenljivama iz stvarnog sveta kao što su potrošnja goriva, oštećenje na vozilu, habanje guma i njihovo prianjanje na podlogu i podešavanje vešanja. LCD instrumentacioni interfejs se u ovu oblast uključuje kao jedno od sredstava koja simulirane trke približavaju stvarnim trkama.



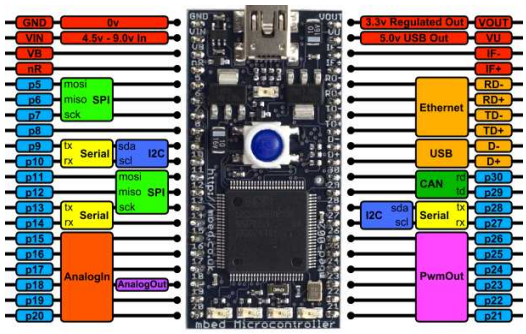
Slika 1. *Live For Speed* simulacija vožnje.

Sistem *embedded* tipa je idealno rešenje za ovakvu vrstu obrade podataka. Korišćen je 32-bitni Cortex M3 mikrokontroler sa ARM jezgrom koji vrši sva izračunavanja, obradu podataka i iscrtavanje na displeju. Ceo sistem je lako prilagoditi drugim simulacijama pa čak i primeniti u pravom automobilu. Jedinu zavisnost koju ima je u odnosu na PC računar i sa njim ostvaruje serijsku vezu sa podacima odredjenog formata.

Zdravko Ćirić je na Katedri za elektroniku, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: zdravkociric88@gmail.com

II MBED RAZVOJNO OKRUŽENJE I TFT PROTO PLOČA

Mbed [3] je razvojni sistem baziran na Cortex-M3 arhitekturi mikrokontrolera, sa *on-line* integrisanim softverskim okruženjem i kompajlerom. Veliki broj *open source* biblioteka pružaju mogućnost korisniku da brzo odgovori zahtevima tržišta. Mbed dolazi sa NXP LPC1768 mikrokontrolerom i projektovan je tako da udovolji zahtevima prototipova raznih uređaja, naročito onih koji zahtevaju *Ethernet, USB* i fleksibilnost brojnih perifernih interfejsa i *FLASH* memoriju. Proizveden je u malom DIP pakovanju za upotrebu sa raznim proto PCB pločama i postoji ugrađeni *USB FLASH* programator/debager.



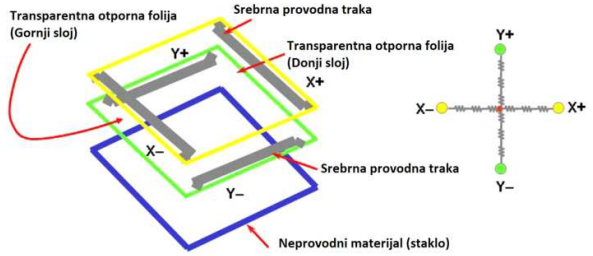
Slika 2. *Pinout* mbed razvojne ploče [3].

Zasnovan je na NXP LPC1768 [4] mikrokontroleru, sa 32-bitnim ARM Cortex-M3 jezrom koje radi na 96MHz. Sadrži 512KB FLASH memorije, 64KB RAM i mnoštvo interfejsa uključujući i ugrađeni Ethernet, USB, CAN, SPI, I2C, ADC, DAC, PWM i druge U/I interfejse. Slika iznad prikazuje često korišćene interfejse i njihovu lokaciju. Svi pinovi označeni plavom bojom (p5-p30) se mogu koristiti i kao DigitalIn i DigitalOut interfejsi.

Mbed mikrokontroleri pružaju iskusnim *embedded* programerima moćnu i produktivnu platformu za izradu prototipova. Za programere neiskusne u oblasti 32-bitnih mikrokontrolera, *mbed* pruža pristupačno rešenje za izradu projekta uz raspoložive biblioteke, resurse i podršku koju pruža *mbed* zajednica.

TFT Proto ploča [5] sadrži TFT displej u boji MI0283QT-2, rezolucije 320 x 240 piksela. Na njoj je i HX8347D [6] displej drajver koji ima mogućnost prikazivanja naprednih grafičkih sadžaja. Takođe sadrži i

foliju osetljivu na dodir otpornog tipa koja se koristi kao ulazni uređaj. Ovaj dodatak pruža kompletne funkcije visoko-kvalitetnog displeja za razvoj naprednih grafičkih *embedded* aplikacija.



Slika 3. Konstrukcija folije i raspodela otpornosti [7].

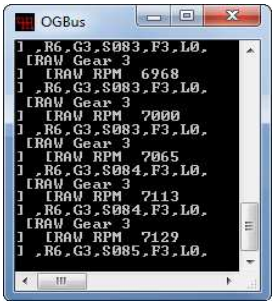
Otporna folija osetljivana dodir se sastoji od dva dela, gornjeg sa X+ i X- i donjeg sa Y+ i Y- pinovima. Oba dela su provodna i poseduju određenu površinsku otpornost pa u slučaju da dođe do njihovog spajanja (usled dodira prstom) nastaje veza i otpornost je u tački dodivanja podeljena srazmerno poziciji dodirne tačke na ekranu. Na primer, ako se na pinove X+ i X- dovedu naponi od 3.3V i 0V respektivno, a na Y+ ili Y- ocitavamo vrednost napona, dobojeni napon će biti direktno srazmeran X koordinati dodirne tačke. Isto tako ako na Y+ i Y- dovedemo 3.3V i 0V onda na X pinovima dobijamo napon srazmeran Y koordinati dodirne tačke. Ako ove dve akcije izvedemo jednu za drugom, dobijamo tačnu poziciju dodirne tačke na X i Y osama.



Slika 4. LCD instrumentacioni interfejs.

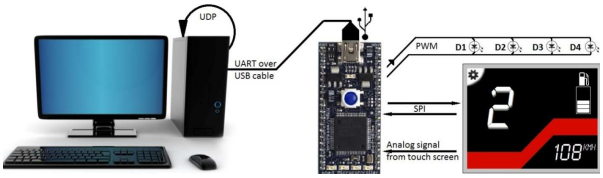
III Princip rada

Live For Speed simulacija je razvijana sa ciljem da odgovara različitim periferijama. To pruža mogućnost da unosom malih izmena u konfiguracionom fajlu simulacija počinje da predaje real-time informacije o vozilu preko UDP protokola. Pošto je IP adresa u konfiguracionom fajlu podešena na *localhost* (127.0.0.1), jedna mala *windows* aplikacija je u stanju da obradi informacije koje se šalju i da ih prosledi preko UART interfejsa. Iako je veza između računara i kontrolera preko USB porta, prenos se vrši serijski preko virtualnog *COM* porta. Kada u mikrokontroler pristignu podaci on ih raščlanjuje i zasebno analizira. Naime, prenosi se pet elemenata: *Gear* (stepen prenosa), *Fuel* (nivo goriva), *RPM* (obrtaji motora), *Speed* (brzina kojom se kreće vozilo) i *Shift Light* (indikacija za promenu brzine) i svaki od njih ima identifikacioni prvi karakter G, F, R, S i L respektivno.



Slika 5. Windows aplikacija za serijski prenos.

Displej je *LCD* tipa sa rezolucijom 320 x 240 i radi u 16 bitnom režimu. Na njemu je i folija osetljiva na dodir koja je u ovom slučaju iskorišćena za uključivanje ili isključivanje nekih grafičkih elemenata. Mikrokontroler upravlja displejom preko *SPI* interfejsa a kontroler displeja (HX8347D) tumači komande i puni grafičku memoriju.



Slika 6. Blok dijagram sistema.

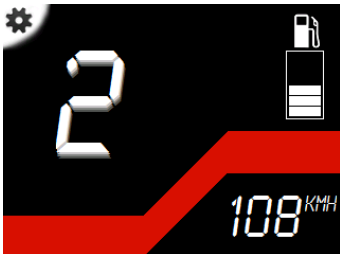
Dodatne komponente su 4 LED diode koje služe za indikaciju optimalnog broja obrtaja motora (*Revolutions per minute - RPM*) za promenu na veći stepen prenosa. Ove diode su povezane na *PWM* izlaze mbed ploče i njihova osvetljenost je regulisana dužinom trajanja impulsa.

IV Funkcionalni opis

Pošto se uređaj napaja sa USB konektora, priključenjem na isti se inicira rad kako mbed ploče tako i displeja. Ubrzo zatim, na ekranu se pojavljuje dijalog sa pitanjem da li biste želeli da rekalibrišete *touch screen* ili da koristite postojeća podešavanja. Kada korisnik odabere *YES* sve što treba da uradi je da dodirne (što preciznije) dva krstića, prvi u gornjem levom uglu a drugi u donjem desnom. Nakon toga *touch screen* će raditi po novoj kalibraciji i ista će biti sačuvana u eksternoj memoriji mbed razvojne ploče. Ako korisnik odabere *NO*, učitavaju se vrednosti stare kalibracije iz memorije i nastavlja se sa radom. U slučaju da korisnik ne može da odabere ponuđene

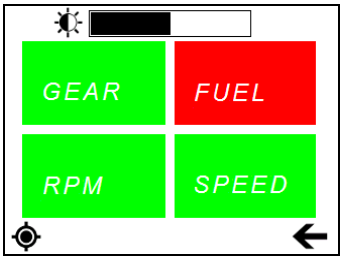
opcije *YES* ili *NO*, usled nepostojanja podataka o kalibraciji ili usled neprecizne kalibracije, sistem će automatski nakon 10 sekundi ući u proceduru rekalibracije ekrana.

Posle podešavanja kalibracije sistem na displeju prikazuje aktivni režim rada, odnosno površinu na kojoj su svi elementi instrument table (Slika 7). U slučaju da na računaru nije pokrenuta simulacija (*Live For Speed*) kao i propratna aplikacija za *UART* komunikaciju na ovoj površini na displeju neće biti ničega osim tastera za podešavanje. Kada rade obe aplikacije na računaru, na aktivnoj površini displeja će biti 4 elemenata od interesa korisniku: **Stepen prenosa** – na levoj strani ekrana, predstavljen je velikim brojevima; **Nivo goriva –** u gornjem desnom kraju ekrana, mala skala koja u šest nivoa prikazuje stanje rezervoara; **Nivo obrtaja motora** – kao što naziv kaže, ne prikazuje tačan broj obrtaja motora već njegovo stanje kroz 10 nivoa linijom promenljive dužine (u zavisnosti od obrtaja) od leve ka desnoj ivici ekrana; menja boju u zavisnosti od nivoa *RPM*-a; **Brzina kretanja –** u donjem desnom uglu, tačna brojčana vrednost brzine kretanja vozila izražena u kilometrima na čas.



Slika 7. Aktivna površina rada.

Jedini interaktivni deo aktivne površine je gornji levi ugao, gde se nalazi taster za podešavanje. Pritiskom na *settings* taster inicira se kratka animacija i korisniku je predstavljena površina podešavanja sa novim elementima.

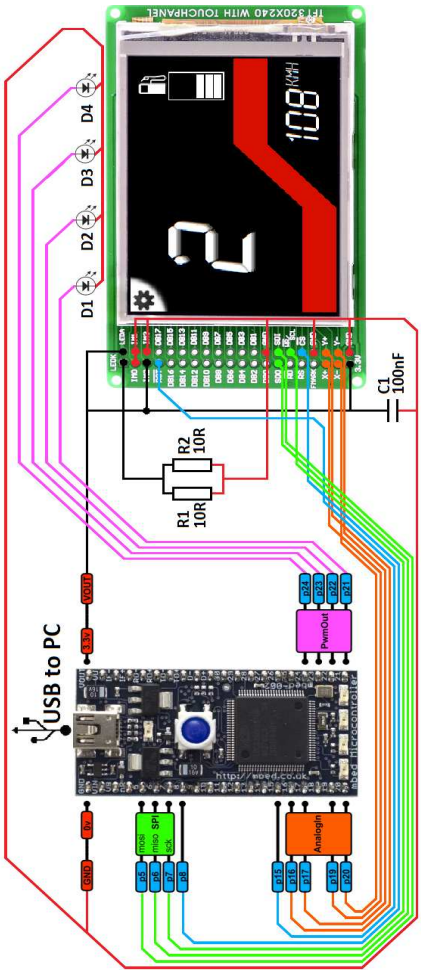


Slika 8. Površina podešavanja.

U režimu podešavanja (Slika 8.) korisnik može uključivati i isključivati elemente iz aktivnog režima ali i podešavati jačinu četiri diode za indikaciju optimalnog obrtaja motora. Dakle postoje četiri velika tastera i jedan slajder. Pritiskom na tastere uključuje/isključuje se prikazivanje određenog elementa dok prevlačenje slajdera menja odnos pauze i impulsa *PWM* signala za LED diode. U donjem levom uglu je taster za kalibraciju u slučaju da postoji potreba za njom. Dok je sistem u režimu podešavanja u donjem desnom uglu se nalazi taster *BACK* i pritiskom na njega sistem se vraća u aktivni režim rada.

V PREGLED BLOK ŠEME

Blok šema je prikazana na slici 9 i sa nje se vide korišćeni portovi sa mbed pločice ali i pinovi na TFT Proto displeju. Otpornici R1 i R2 su tu da ograniče struju kroz interne diode za osvetljenje displeja a kondenzator C1 služi za filtriranje napona. Četiri diode za indikaciju optimalnog broja obrtaja za promenu na sledeći stepen prenosa su povezane na *PWM* izlaze i njihova osvetljenost se kontroliše dužinom impulsa signala na pinovima od p21 do p24. Ovi modulisani signali se prenose preko malog (desetopinskog) flet kabla kako bi kućište bilo rasterećeno i kako bi bio lakši pristup unutrašnjosti radi programiranja, servisiranja ili nadogradnje. Iz istog razloga je i TFT Proto pločica povezana flet kablom na ostatak sistema ali i zbog mogućnosti da se on montira na prednjoj strani kućišta dok će ostatak sistema (na raster pločici) biti montiran na zadnjoj strani.



Slika 9. Blok šema LCD instrumentacionig interfejsa.

Zelenim linijama je predstavljan SPI interfejs i njegovi signali **MOSI**, **MISO** i **SCLK**. *MasterOutSlaveIn* iz mbed-a je **SDI** (*Serial Data In*) signal kod displeja, *MasterInSlaveOut* je **SDO** (*Serial Data Out*) a **SCLK** je **SCL** kod displeja. Plave linije su *DigitalOut* pinovi i služe za resetovanje displeja (**RST**) ili za selekciju slejva kod SPI prenosa (**CS**). Crna linija predstavlja napajanje od 3.3V direktno iz mbed pločice dok je crvenim linijama prikazana masa. Narandžaste linije su signali kojima se detektuje pritisak na displeju kao i koordinate dodirne tačke, a na displeju su to pinovi **X+**, **X-**, **Y+** i **Y-**. Iako su vezani na AnalogIn ulaze pločice, samo dva pina se koriste za očitavanje analogne vrednosti.

UART komunikacija sa računarom se ostvaruje preko USB kabla i *VirtualCOM* porta (***USB to PC***).

VI SOFTVER

Softver se sastoji iz dve velike celine, aplikacije na PC platformi - *windows* računaru i programa za mikrokontroler. Svaka od softverskih celina ima svoje zadatke a to su:

Za Windows aplikaciju: Preko UDP protokola prihvata informacije od simulacije; obrađuje te informacije i pretvara ih u formu koju mikrokontroler očekuje; šalje rezultate obrade preko Virtualnog serijskog porta preko USB kabla.

Za ARM program: Sa USB-a a putem UART interfejsa prima podatke od računara kao niz karaktera; raščlanjuje pristigli niz kako bi izdvojio delove koji opisuju svaki od elemenata na ekranu; pretvaranje izdvojenih delova u grafičke oblike i njihovo prikazivanje na displeju; istovremeno sa prethodnim, upravljanje otpornom folijom za podešavanje izgleda aktivne površine displeja.

Windows aplikacija je pisana C programskim jezikom a program za mikrokontroler C++ jezikom. Korišćeni kompajleri su ***WxDevC++*** za windows aplikaciju i ***Keil µVision4*** za mikrokontroler. Mbed pruža podršku korisnicima u obliku uprošćenog *on-line* kompajlera koji je konfigurisan da obezbedi brzo pisanje programa, kompajliranje i njihovo *download*-ovanje na mbed mikrokontroler. Pošto zahteva stalni pristup internetu i zbog nekih problema sa editorom ovog kompajlera, odabran je ***µVision***, prvenstveno zbog preglednog editora sa naprednim funkcijama ali i zbog jednostavnog prebacivanja binarnog fajla na mbed (taster za *download* na kontroler), što u procesu projektovanja i sa sigurno više od stotinu verzija softvera, dosta olakšava posao. Od dodatnih aplikacija korišćeni su ***GIMP***, za obradu slika i njihovu konverziju u 16-bitne *bitmape*, ***Winhex***, za generisanje C izvornih fajlova sa slikama kao nizovima heksadecimalnih vrednosti, ***TeraTerm***, za nadgledanje serijske komunikacije sa računarom i ***mikroe GLCD font creator*** za pretvaranje fontova u HEX nizove pogodne za primenu u mikrokontroleru.

VII ZAKLJUČAK

Sistemi ovog tipa su slabo zastupljeni na tržištu računarskih periferija i to s opravdanim razlogom, malo je ljubitelja simulacija vožnje a još manje onih koji bi sebi priuštili ovakvu instrumentaciju za kokpit u njihovoj kući. Ovakvi embedded sistemi su sve više rasprostranjeni u auto industriji ali su trenutno, nažalost, odlika samo nekih luksuznijih modela. Kako to uvek biva sa tehnologijom, neće proći puno vremena dok se ovi sistemi ne počnu ugradjivati i u automobile sa pristupačnijom cenom.

Projekat *LCD instrumentacioni interfejs* je za sada samo oblik demonstracije mogućnosti 32-bitnih mikrokontrolera u embedded okruženju kome su i namenjeni. Iako je sistem u prototip fazi, sa razvojnim pločama za kontroler i displej, on je ostao kompaktnih dimenzija i male potrošnje.

Dalji razvoj ovakvog sistema bi bio projektovanje štampane pločice na kojoj bi lemili mikrokontroler i konektor za displej a koja bi doprinela daljem smanjenju dimenzija ali i materijala. Iako potpuno pogodan za prototip, displej je malih dimenzija i projektovanje sistema sa barem inč većim displejom bi omogućilo veću preglednost i eventualno, prikaz novih informacija. Veći displej će najverovatnije zahtevati brži mikrokontroler, npr. Cortex M4, koji radi na duplo višim frekvencijama i ima višestruko više memorijskog prostora. Kako bi sistem bio kompletniji potrebno je da aplikacija na računaru podržava više simulacija a samim tim i više načina na koji joj simulacije predaju podatke. Sa druge strane sistem se može ubrzati ako bi se umesto serijske veze koristila USB ili LAN konekcija.

LCD instrumentacioni interfejs je sistem koji od računara podatke prima putem serijskog interfejsa, ali nije isključena mogućnost drugih oblika komunikacije sa izvorom informacija. Tako, na primer, do mikrokontrolera mogu dolaziti vrednosti sa *ECU* (*Engine Control Unit*) jedinice ili sa senzora u automobilu i ovakav bi projekat bio spreman za ugradnju u moderne instrument table.

LITERATURA

[1] Live For Speed
http://www.lfs.net/

[2] Sim Racing
http://en.wikipedia.org/wiki/Sim_racing

[3] Mbed Development Board
http://mbed.org/handbook/mbed-NXP-LPC1768-Getting-Started

[4] NXP LPC17XX User Manual
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10360.pdf

[5] TFT Proto Board
http://www.mikroe.com/add-on-boards/display/tft-proto/

[6] Himax HX8347-D Data Sheet
http://www.displayfuture.com/Display/datasheet/controller/HX8347-D.pdf

[7] What is a touch screen and how does it work?
http://www.planetanalog.com/document.asp?doc_id=527515

Realizacija semafora pomoću digitalnih integrisanih logičkih kola

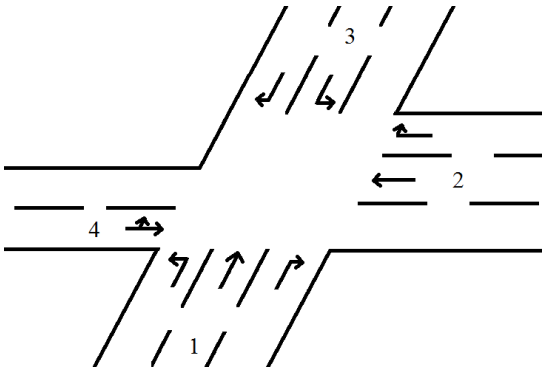
S. Petrović, Đ. Lazarević

Sadržaj - U ovom radu predstavljena je realizacija semafora pomoću digitalnih integrisanih logičkih kola, koji poseduje brojače sa sedmosegmentnim displejima koji pokazuju preostalo vreme do zelenog svetla.

I. UVOD

Uređaji za davanje svetlosnih signala – semafori deo su saobraćajne signalizacije. Koriste se za regulisanje saobraćaja i označavanje radova i prepreka na putu [1]. Semaforima se emituju svetlosni signali odnosno svetla crvene, žute, zelene i bele boje. Svetlo može biti neprekidno ili trepćuće. Svetlosni saobraćajni znakovi mogu biti i sa grafičkim prikazom, koji dodatno objašnjava njegovo značenje. Ubrzani razvoj nauke i tehnologije krajem prošlog i početkom ovog veka doveo je do dotanog razvoja uređaja za regulisanje saobraćaja [2-4]. Nagli razvoj motornog saobraćaja uslovio je razvoj semafora za regulisanje saobraćaja na raskrsnicama različite konfiguracije.

U ovom radu prikazan je projekat elektronskog uređaja koji kontroliše rad semafora raskrsnice kao na slici 1, korišcenjem digitalnih integrisanih logičkih kola.



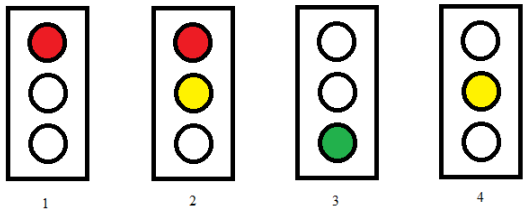
Slika 1. Skica raskrsnice

II. BLOK ŠEMA I PRINCIP RADA

Zbog specifičnosti raskrsnice, saobraćaj se propušta iz jedne ulice ka drugim ulicama, dok je saobraćaj zaustavljen od ostalih ulica ka raskrsnici, odnosno dok je na jednom semaforu zeleno svetlo, na preostala tri je crveno svetlo.

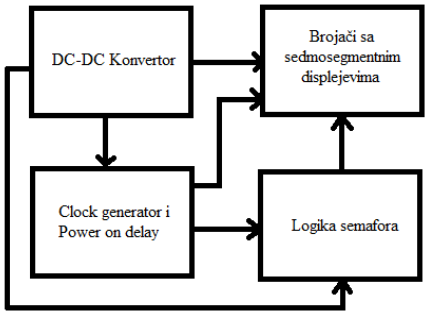
S. Petrović i Đ. Lazarević su studenti na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia.

E-mail: spetrovic@elfak.rs, djordjelazarevic33@yahoo.com



Slika 2. Moguća stanja jednog semafora

Semafor se sastoji od bloka za napajanje, bloka generator taktnog signala sa deliteljima učestanosti i “power on delay” kolom, bloka sa logikom semafora i bloka brojača sa sedmosegmentnim displejima.

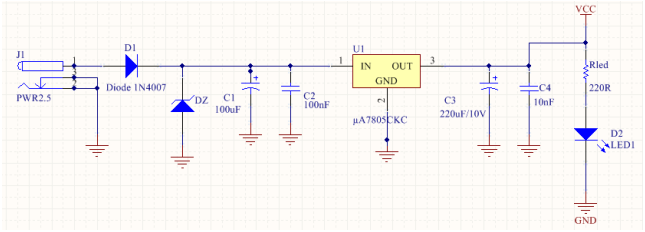


Slika 3. Blok šema raskrsnice

A. Blok za napajanje (DC-DC Konvertor)

Napajanje celokupnog elektronskog sistema je eksterno uz pomoć AC-DC ispravljača na 12V, pri čemu je na štampanoj ploči realizovan stabilizatorski blok sa linearnim stabilizatorom µA7805 smeštenom u TO220 kućištu. Uz sam stabilizator postoji još nekoliko eksternih komponenata koje omogućavaju normalan rad stabilizatora. Nestabilisani jednosmerni napon se dovodi preko 2.5mm konektora. Sastavni deo ovog bloka su diode za zaštitu od inverzne polarizacije (koja može da dovede do otkaza integrisanog kola) i Zener dioda (16V) koja služi za zaštitu od previsokog napona koji može da ugrozi rad stabilizatora 7805.

Struja koja protiče kroz stabilizator je velika tako da je potrebno koristiti hladnjak, sa odgovarajućom izolacijom kako se hladnjak ne bi našao na potencijalu mase. Veličina hladnjaka je dovoljna za disipaciju koja se razvija na stabilizatoru.



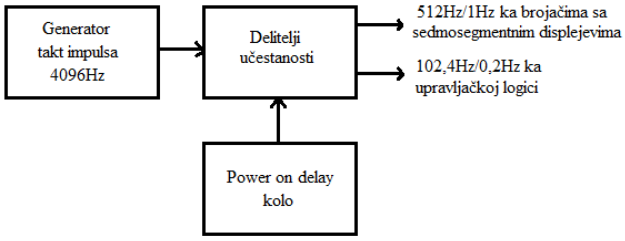
Slika 4. Šema bloka za napajanje

B. Blok generatora taktnog signala sa deliteljima učestanosti i "power on delay" kolom

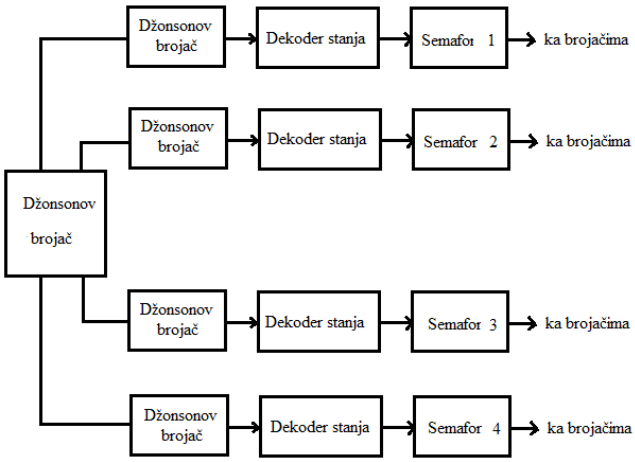
U okviru ovog bloka je realizovan astabilni multivibrator sa integrisanim kolom NE555 koji služi kao generator pravougaonih impulse (taktnog signala). Takođe, ovo integrisano kolo korišćeno je za realizaciju "power on delay" kola. Kao delitelji učestanosti su korišćeni brojači CD4040 [5] i CD4017 [5], invertor je korišćen iz kola CD4069 [5], a za prekidače je iskorišćeno integrisano kolo CD4016 [5] koje je četvorostuki analogni prekidač. Frekvencija taktnog signala je 4096Hz. Ova frekvencija se kasnije deli uz pomoć kola CD4040 na čijem se 12 izlazu dobija frekvencija od 512/1Hz [6] koja se dalje prosleđuje preko prekidačkog kola na brojače sa sedmosegmentnim displejevima. "Power on delay" kolo [7] ima ulogu da promeni (ubrza) taktni signal u kratkom vremenskom intervalu po uključivanju napajanja, kako bi se setovali svi brojači pri čemu oni promene sva stanja. Frekvencija signala je 102.4Hz u početku, a kasnije se kolo isključuje i sa istog izlaza se prosleđuje taktni signal od 0.2Hz koji je potreban za normalan rad logike semafora. Uz pomoć prekidača se definiše koji će signal kada da bude aktivan i prosleđen na ostatak kola.

C. Blok logike semafora

Logika semafora je realizovana u kombinovanoj diodno-integrisanoj logici pri čemu su za dekodiranje stanja na brojačima korišćene brze prekidačke diode 1N4148 u kombinaciji sa integrisanim kolima CD4001 [5] koja su četvorostruka dvoulazna NILI kola. Korišćeni su CD4017 dekadni Džonsonovi brojači [8]. Ovaj deo kola je podeljen na četiri manja dela od kojih svaki sadrži brojač CD4017, diode i dvoulazna NILI kola. Prethodni CD4017 brojač omogućava setovanje svakog narednog brojača. Na izlazima su postavljeni "header" konektori preko kojih je moguće povezati blok brojača sa displejima, kao i konektori za priključivanje izlaza sa semafora (na izlazu je moguće postaviti LED ili "drajver" preko koga je moguće uključivati veće potrošače- na pr. sijalicu).



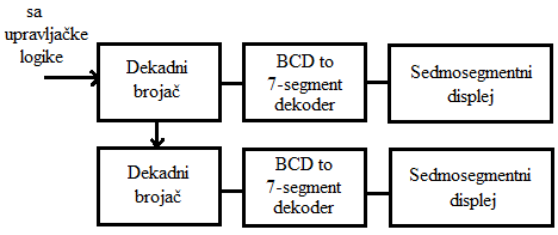
Slika 5. Blok šema generatora taktnog signala i „power on delay" kola



Slika 6. Blok šema kontrole 4 semafora

C. Blok brojača sa sedmosegmentnim displejima

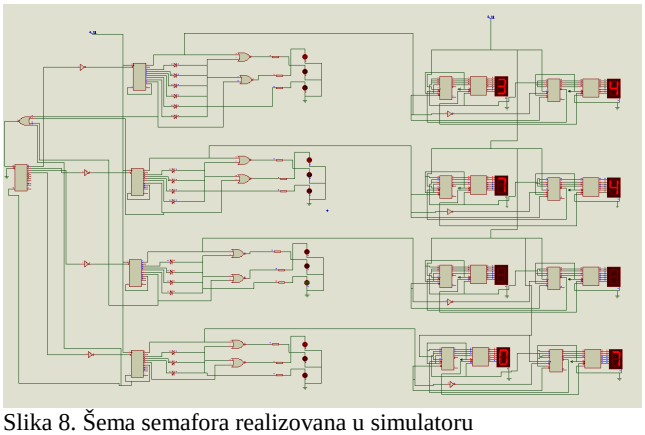
Uloga ovog bloka digitalnog sistema je pokazivanje vremena do pojave zelenog svetla na semaforima. S obzirom da su za sva četiri semafora korišćeni isti elementi realizovana je jedna pločica, pri čemu su na njoj smešteni preklopnici uz pomoć kojih je moguće podešavati početno stanje brojača od koga treba da broji unazad, dok su svi podrazumevano postavljeni na nulu preko pull-down otpornika. Za brojače su iskorišćena integrisana kola 74HC190 [5] koja su 4-bitni dekadni brojači sa mogućnošću podešavanja početnih stanja i načina brojanja. U ovom projektu oni broje unazad od unapred zadate sekvence [9]. Sa izlaza brojača se vodi signal na "BCD to 7seg" dekoder CD4511 [5]. Korišćeni su sedmosegmentni displeji sa zajedničkom katodom pri čemu je kroz njih ograničena struja uz pomoć otporne mreže od 680Ω.



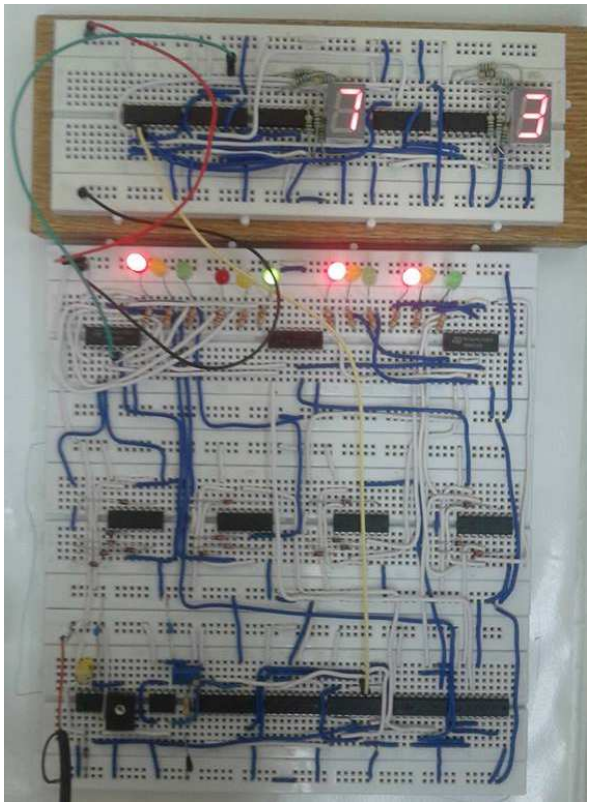
Slika 7.Blok šema brojača sa sedmosegmentnim dispejima

III. SIMULACIJA I PRAKTIČNA REALIZACIJA NA PROTO PLOČI

Za proveru ispravnosti električne šeme semafora pre praktične realizacije na proto pločici, urađena je simulacija u simulatoru ISIS 7. Rezultat simulacije prikazan je na slici 8, a uređaj realizovan na proto ploči prikazan je na slici 9.



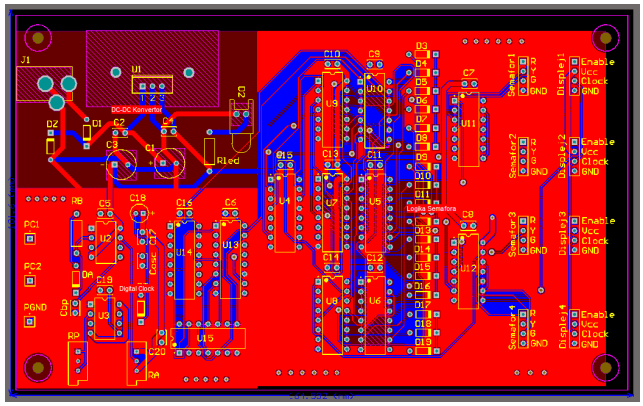
Slika 8. Šema semafora realizovana u simulatoru



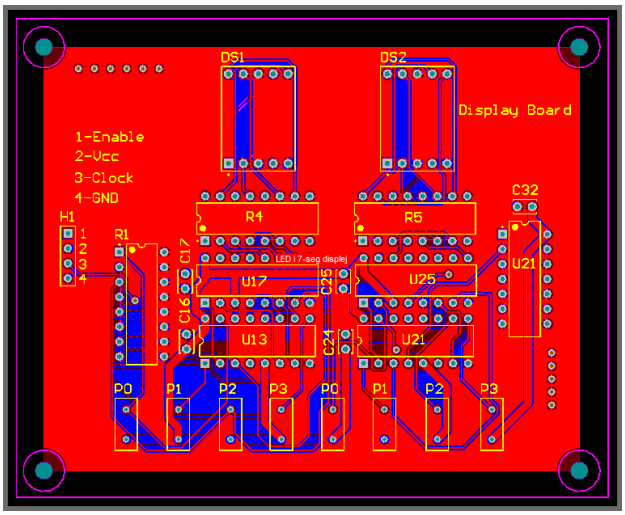
Slika 9. Praktična realizacija semafora na proto ploči

IV. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČE

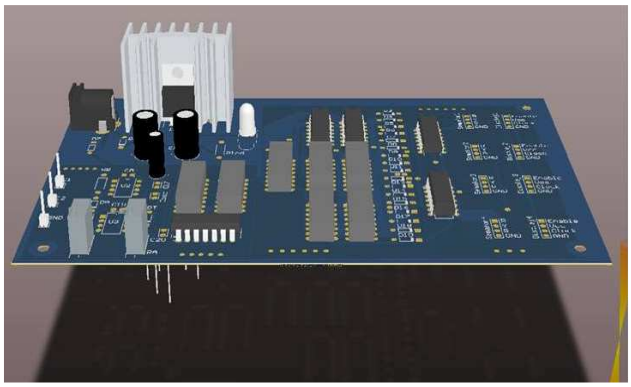
Za projekat su potrebne dve štampane ploče, glavna i ploča sa brojačima i displejima. Obe ploče su rađene u dva zasebna dela u okviru softverskog paketa Altium Designer 13. Prilikom projektovanja štampanih ploča je vođeno računa o pravilima projektovanja uključujući debljinu pojedinih vodova, uglove skretanja provodnika na ploči kao i o dovoljnom rastojanju između elemenata štampane ploče [10]. Razlog zbog koga su projektovane dve štampane ploče je modularnost celog sistema. Prikaz PCB projekta dat je na slikama 10 – 13.



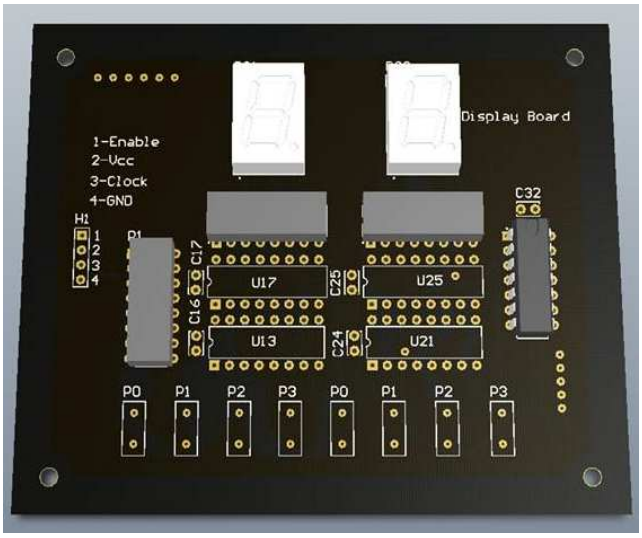
Slika 10. Prikaz glavne štampane ploče



Slika 11. Prikaz štampane ploče sa brojačima



Slika 12. 3D prikaz glavne štampane ploče



Slika 13. 3D Prikaz štampane ploče sa brojačima

ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana realizacija semafora koji može naći praktičnu primenu. Ovaj rad predstavlja timski projekat u okviru predmeta Digitalna mikroelektronika (VI semestar) na modulu Elektonske komponente i mirosistemi. Uokviru tog projekta bila je dozvoljena upotreba isključivo logičkih kola, bez upotrebe mikrokontrolera, pa je zbog toga projekat realizovan logičkim kolima, iako to nije najoptimalnije rešenje.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju prof. dr Zoranu Prijiću, dr Danijelu Dankoviću i Milošu Marjanoviću na pruženoj pomoći prilikom realizacije ovog projekta.

LITERATURA

[1] Semafori, članak. Dostupno na: http://ltablice.com/svetlosni-signali-semafori

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

[3] M. Novaković, I. Stanimirović, J. Božuta, M. Ljubomirović, Smart semafor, *IEEESTEC - 4th Student Projects Conference*, Niš, 2011. pp. 121-124

[4] 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, str.120-124.

[5] Datasheetovi komponenata. Dostupno na: www.datasheetcatalog.com

[6] Kalkulator za proračun učestanosti. Dostupno na: https://play.google.com/store/apps/details?id=it.android.demi.elettronica&hl=en

[7] Kalkulator za proračun "power on delay" kola. Dostupno na: http://clarkson-uk.com/555-timer/operation/frames3.html

[8] Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, Bill D. Carroll, J. David Irwin, *Digital Logic Circuit Analysis and Design*, Prentice Hall, 1995.

[9] Z. Prijić, *Predavanja iz Digitalne mikroelektronike.* Dostupno na: http://mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs/digitalna/pred_sr.php

[10] David L. Jones, *PCB Design Tutorial*. Dostupno na: http://alternatezone.com/electronics/files/PCBDesignTutorialRevA.pdf

Tajmer refleksnih reakcija

Aleksandar Stamenkovski, Stefan Samardžic, Miloš Dončić, Aleksandar Anđelković

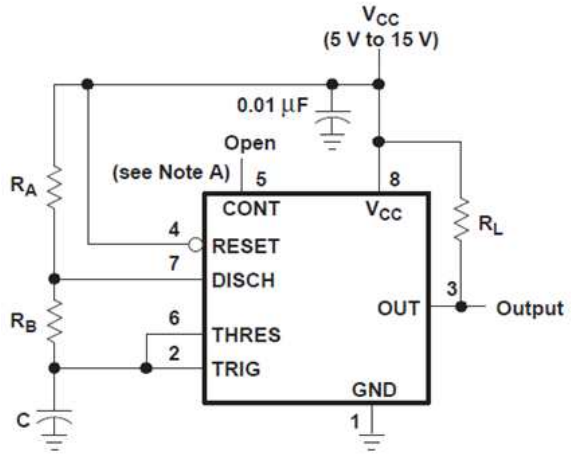
Sadržaj – U ovom radu prikazana je realizacija tajmera refleksnih reakcija.

I. UVOD

Tajmer refleksnih reakcija služi za merenje vremena odziva ispitanika, odnosno za merenje brzine refleksa. Vreme odziva odnosno vreme proteklo od paljena signalne lampice do pauziranja tajmera od strane ispitanika prikazuje se u milisekundama na displeju uređaja .

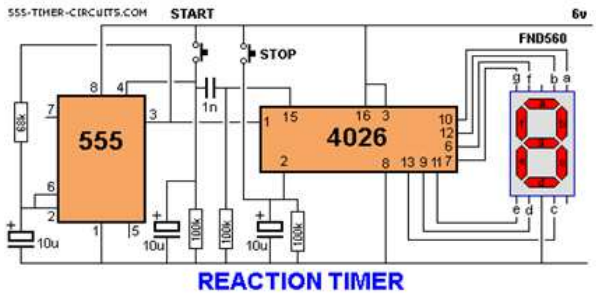
Samu srž uređaja čini kolo NE555 u konfiguraciji kao astabilni multivibrator (slika 1). Astabilni multivibratori su elektronska kola koja daju simetrične pravougaone impulse određene učestanosti. Prave se kao oscilatori za proizvodnju sinusnog napona, od pojačavača i kola povratne sprege, npr. obično se upotrebljava dvostepeni pojačavač koji obrće fazu za 360 stepeni, jer povratna sprega ne obrće fazu. Povratna sprega se ostvaruje preko kondenzatora C. Kondenzator C se puni pomoću grane ili veze u kojoj se nalaze otpornici Ra i Rb a prazni se samo pomoću otpornika Rb. Radni ciklus kontorlišu otpornici Ra i Rb. Kao i kod monostabilne veze vreme punjenja i pražnjenja nezavisno je od napona napajanja .

Postoje slična rešenja uređaja koji obavlja ovu funkciju [1-2]. Na slici 2 prikazano je jedno od rešenja. Simulacijom kola u softverskom paketu Proteus, uočeno je nekoliko nedostataka. Kolo počinje da broji i prikazuje rezultate na displejima odmah nakon uključenja napajanja što nije ni malo praktično.



Slika 1. Sema NE555 u astabilnoj konfiguraciji

Aleksandar Stamenkovski, Stefan Samardžic, Miloš Dončić, Aleksandar Anđelković su student na modulu EKM, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail:, stama_89@hotmail.com, kgstefan@elfak.rs, a.l.e.k.s@elfak.rs, gudoncha@gmail.com

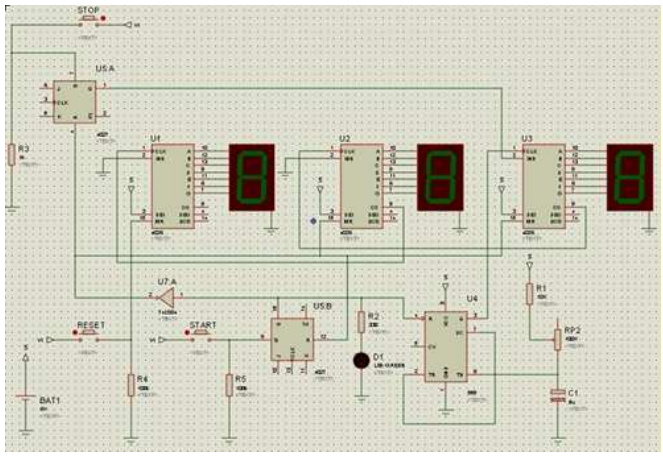


Slika 2. Šema tajmera refleksnih reakcija

II. PROJEKTOVANJE UREĐAJA

A. Blokovi uređaja

Sa izlaza kola NE555 [3] dobija se clock signal koji se prosleđuje na dekadni brojač CD4026 [4]. Dekadni brojač je ujedno i dekoder pa svaki impuls broji i ujedno pretvara u BCD kod. Kako bi se obezbedio trocifreni prikaz na displejima bila su potrebna tri dekadna brojača CD4026 koja su kaskadno vezana. Brojač najmanje vrednosti U2 broji do 9 i onda generiše bit prenosa koji aktivira drugi brojac – U3. U3 na isti način aktivira U4 kada brojač dođe do broja 99. Otporne mreže [5] izmedju brojača i displeja obezbedjuju odgovarajući napon i pravilan rad displeja. Displeji koji su korišćeni su sedmosegmentni [6]. Za START, STOP i RESET prekidače korišćeni su obični button switch-evi . START i STOP prekidači vezani su na flip flop CD4027 [7]. Taster RESET ima funkciju samo kada je tajmer zaustavljen i vezan je direktno na CD4026 na RST pin . Kada je pritisnut brojači U2,U3 i U4 resetuju se na 0 i nalaze se u tom stanju dok se ne pritisne taster START.



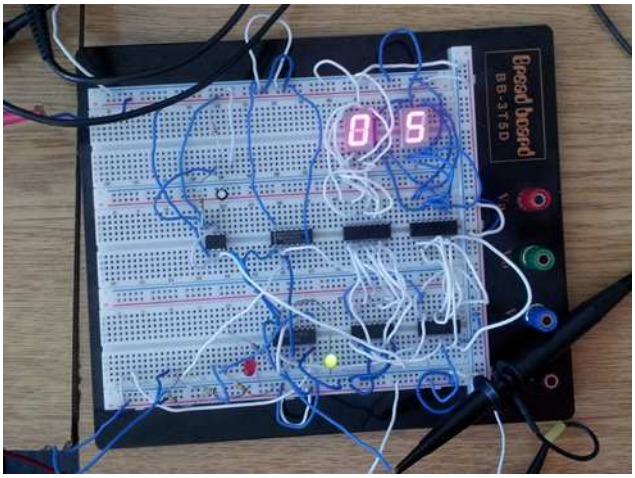
Slika 3. Šema realizovanog uređaja

B. Laboratorijski prototip

Uređaj je realizovan na protoploči, izgled laboratorijskog prototipa prikazan je na slici 4.

Spisak korišćenih komponenata :

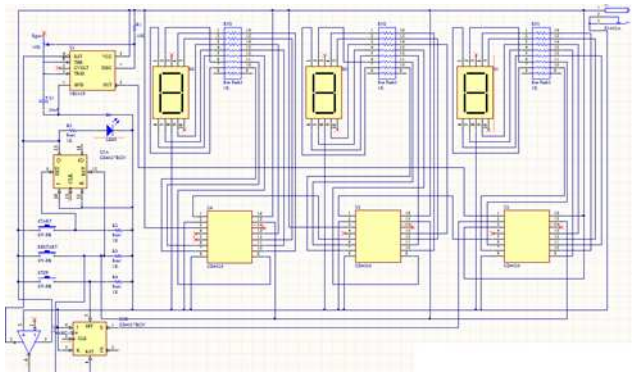
- LED 3mm RED
- LED 3mm GREEN
- 7-SEG Display – 3 kom
- PJ-002A
- R1 10K
- R2-R5 1K
- C1 50nF
- Rpot 10K
- Rn1-Rn3 1K
- CD4027 2 kom
- 74AHC1G04
- NE555
- CD4026 3 kom



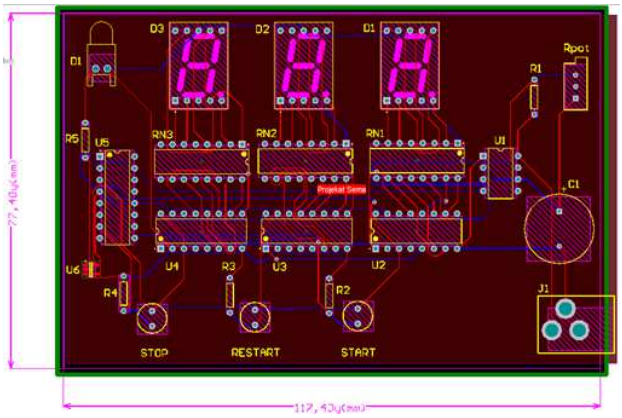
Slika 4. Uređaj realizovan na proto ploči

C. Projektovanje štampane ploče

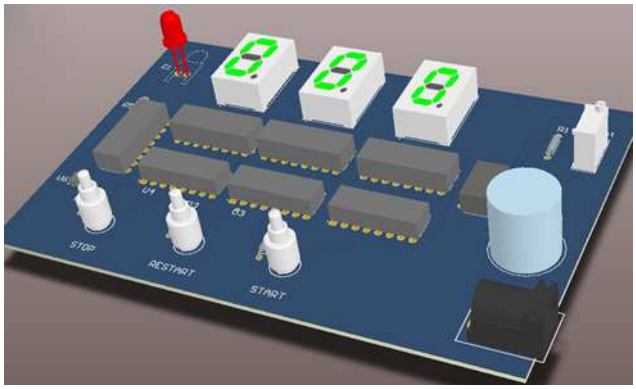
Projekat za štampanu ploču urađen je u softverskom paketu Altium Designer. Korišćene su komponente iz standardne biblioteke. Korišćenjem komande Auto Route sve komponente su međusobno povezane. Šema je prikazana na slici 5, a layout štampane ploče na slici 6, 3D prikaz dat je na slici 7.



Slika 5. Sema realizovanog uređaja u Altium Designeru



Slika 6. PCB layout projektovanog uređaja



Slika 7. 3D prikaz uređaja

III. ZAKLJUČAK

Primena ovog uređaja je velika. Može se koristiti u autoškolama kako bi se testirali refleksi budućih vozaca kao i na sistematskim pregledima (sportista, djaka, vozača koji vrše pregled zbog produzenja vozačke dozvole itd).
Malo je mesta za poboljšavanje samog uređaja, ali u kombinaciji sa drugim sistemima i uređajima može imati i druge funkcije.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat realizovan je u okviru Stručne prakse/Timskog projekta, na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi. Autori se zahvaljuju dr Danijelu Dankoviću i dr Zoranu Prijiću na stručnoj pomoći i sugestijama u izradi ovog rada.

LITERATURA

[1] http://www.555-timer-circuits.com/reaction-timer-game.html
[2] https://www.inkling.com/read/make-electronics-charles-platt-1st/chapter-4/experiment-18
[3] http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf
[4] http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4026b.pdf
[5] http://uk.farnell.com/bourns/4116r-1-102lf/resistor-network-1k/dp/9355820?Ntt=9355820
[6] http://uk.farnell.com/multicomp/703-0164/display-green-0-56-1-digit-cc/dp/2112185?Ntt=2112185
[7] http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/elektronik/dosyalar/3/CD4027BC.pdf

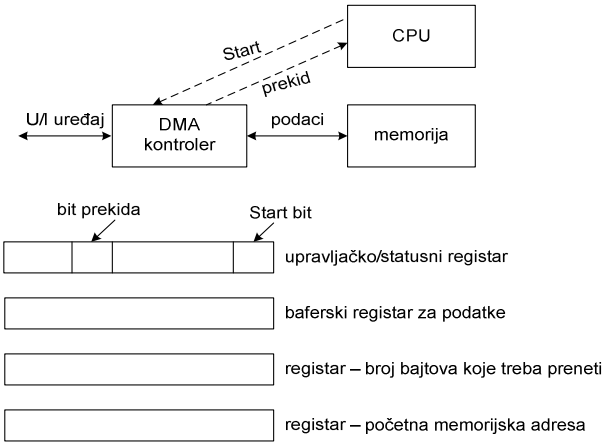
Višekanalni DMA kontroler za potrebe visokopouzdanih sistema

Predrag Nedeljković

Sadržaj - DMA kontroleri su uređaji sa veoma širokom primenom u digitalnim sistemima, čija je osnovna uloga u obavljanju direktnog prenosa podataka između različitih memorijskih lokacija, jednog ili više različitih modula. Ovim pristupom procesor se oslobađa od upravljanja prenosom podataka, čime se dobija znatna ušteda *CPU*-ovog vremena koje se može iskoristiti za izvršavanje drugih zadataka. U ovom radu biće analizirana arhitektura projektovanog višekanalnog DMA kontrolera je gradivni blok kod visokopouzdanih sistema i vrši prihvatanje podataka sa senzora. Poseban osvrt biće dat na hardversku složenost projektovanog sistema kao i njegovu implementaciju na FPGA razvojno okruženje Xilnix Spartan-3E.

I. UVOD

Sa aspekta programiranja ulazom-izlazom, direktan pristup memoriji – DMA odnosi se na direktni prenos podataka između U/I uređaja i sistemske memorije. Osnovna jedinica u prenosu podataka kod DMA je blok podataka. Kod DMA između U/I uređaja i sistemske memorije se uspostavlja kanal za prenos podataka. Podaci između U/I uređaja i sistemske memorije se prenose u blokovima bez asistencije CPU-a. Operacija prenosa se implementira od strane DMA kontrolera [1, 2, 3]. Struktura sistema u DMA režimu rada prikazana je na slici 1.



Sl. 1. Struktura Embebbed sistema u DMA režimu rada

Prenos podataka u DMA režimu rada se obavlja u sledećim koracima:

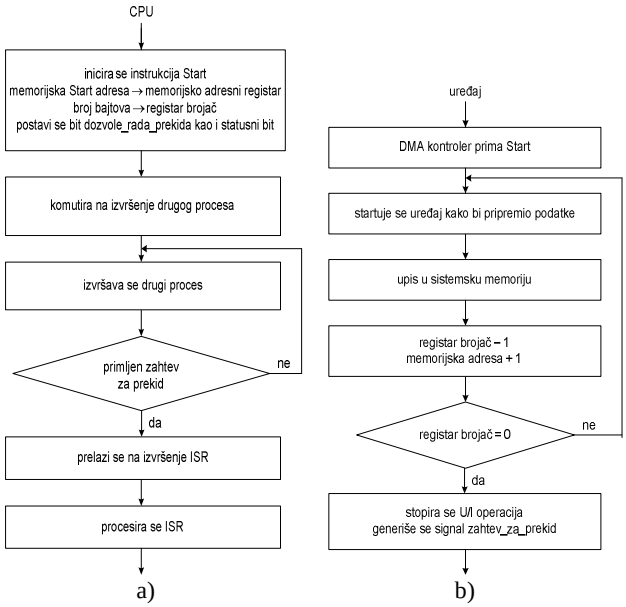
P. Nedeljković is with the Department of Electronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: predrag.nedeljkovic.rnr@gmail.com

a) Kada softver procesa zahteva od U/I uređaja prenos podataka, CPU predaje DMA kontroleru: i) startnu memorijsku adresu koja je namenjena za smeštaj ulaznih podataka; ii) broj bajtova podataka koje treba preneti; iii) postavlja Start bit i bit dozvole rada prekida. Nakon ovoga, periferni uređaj počinje sa prenosom podataka.

b) CPU izvršava drugi proces.

c) Kontroler uređaja upisuje podatke iz baferskog registra za podatke u sistemsku memoriju.

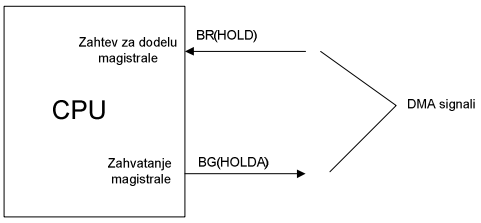
d) Kada DMA kontroler završi sa prenosom podataka unapred definisanog obima, on generiše zahtev za prekid ka CPU-u. Kada CPU primi ovaj zahtev on komutira na izvršenje prekidno uslužne rutine i procesira podatke. Dijagram toka rada DMA kontrolera prikazan je na slici 2. Slika 2 a) prikazuje aktivnosti na strani CPU-a, a slika 2 b) se odnosi na aktivnosti uređaja [3].



Sl. 2. Dijagram toka rada kod DMA

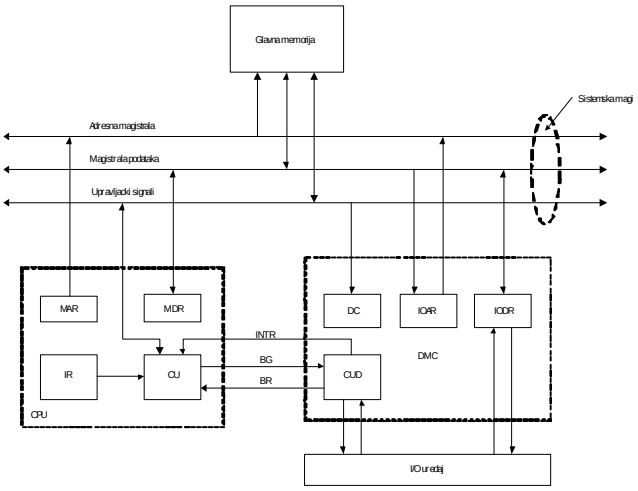
DMA kontrojer predstavlja interfejs koji je preko DMA linija povezan sa CPU-om. Preko ovih linija reguše se odnos prava upravljanja tipa gospodar/sluga nad sistemskom magistralom i tok DMA prenosa podataka ka/iz memorije.

Obično svaki CPU ima dve DMA linije (slika 3). Prva se obično zove zahtev za dodelu magistrale (bus request, BR, ili HOLD linija). Preko ove linije U/I uređaj zahteva od CPU-a dodelu magistrale (uobičajeno CPU upravlja nad magistralom) [4].



Sl. 3. Tipične DMA signalne linije procesora

Kada CPU prihvati zahtev za DMA, kao odziv na BR, on aktivira svoj izlaz zahvatanje magistrale (BG – *bus grant*, ili HOLDA – *hold acknowledge*). Nakon ovog trenutka U/I uređaj dobija pravo upravljanja nad magistralom, tj. slede upis/čitanje. Kada je blok podataka prenet U/I uređaj deaktivira BR a upravljanje nad magistralom ponovo preuzima CPU. (Kada zahtev za DMA naiđe između dva CPU-ova ciklusa isti se prihvata na kraju tekućeg ciklusa) [4].



Sl. 4. Strukturna šema gradivnih blokova koji učestvuju u DMA prenosu

Ključni elementi DMA sistema prikazani su na slici 5. U/I uređaj se povezuje na sistemsku magistralu preko DMA kontrolera (DMC – DMA *controller*). Sastavni delovi DMC-a su: (a) IODR – ulazno/izlazni bafer podataka; (b) IOAR – generator adresa; (c) CUD – upravljačka jedinica.

Registri DMC-a omogućavaju prenos podataka ka/iz kontinualnih memorijskih oblasti. Registar IOAR se koristi za čuvanje adrese reči koja se prenosi i kao naredna automatski se inkrementira nakon svake prenete reči. U registru DC čuva se broj reči koje još treba preneti. DC se automatski dekrementira nakon svake prenete reči a nakon toga njegov sadržaj testira za nulu. Kada sadržaj registra DC dostigne vrednost nula DMA prenos se zaustavlja. Nakon ovog trenutka DMC aktivira DMC aktivira izlaz INTR preko koga obaveštava CPU da je DMA prenos završen [4].

U zavisnosti od toga na koji način se realizuje DMA prenos razlikujemo nekoliko tipova:

a) Krađa ciklusa – DMA kontroler koristi sistemsku magistralu za vreme prenosa jednog bajta ili reči na principu krađe magistralnih ciklusa mikroprocesoru. U realnim situacijama vreme se, kod nekih mašinskih ciklusa, produžava za nekoliko taktova ali se zahvatanje i oslobađanje sinhronizuje sa radom procesora. Ovaj tip DMA uglavnom se koristi kod relativno sporih prenosa podataka.

b) Normalni – DMA kontroler koristi sistemsku magistralu u toku trajanja celokupnog vremena koje je potrebno za prenos bloka podataka, a mikroprocesoru je zabranjen pristup za taj duži period. Ovaj način rada koristi se kod veoma brzog prenosa podataka. Osnovni nedostatak ovog načina rada je taj što je mikroprocesor duže vreme pasivan. Naime može se desiti da CPU propusti da analizira neki događaj čije je izvršenje urgentno, ili da se izvršenje DMA nedopustivo odloži. Zbog toga se DMC u takvim situacijama programira tako da se ceo blok podataka ne prenese odjednom nego u određenom broju podblokova specificiranih dužina. Na ovaj način, CPU-u je "produžena šansa" da može analizirati događaje koji se moraju hitno izvršiti. Ovaj princip se naziva "burst" (paketni) DMA

c) Transparentni – DMA kontroler koristi sistemsku magistralu samo za vreme onih taktnih interval u okviru procesorskih ciklusa kada mikroprocesor ne koristi sistemsku magistralu. Drugim rečima mikroprocesor i DMA kontroler koriste sistemsku magistalu i memoriju u različito vreme bez sukobljavanja. Da bi se ostvario ovakav tip DMA prenosa potrebno je da vreme pristupa memoriji bude relativno kratko ili da se koriste specijalni magistralni slotovi koji u datom trenutku nisu potrebni CPU-u. Ovakav princip rada se koristi kod mikroračunarskih sistema koji su arhitekturno koncepirani za korišćenje magistrala tipa Multibus, VME i Z-bus. Transparentni način rada se u takvim situacijama može koristiti, ne samo za brz nego i za spori prenos podataka.

II. REALIZACIJA DMA KONTROLERA

Proces projektovanja DMA kontrolera sastojao se iz više faza koje su obuhvatile sagledavanje njegove funkcionalnosti, projektovanje njegove arhitekture kao i simulaciju niskog nivoa. DMA kontroler opisan je na jeziku za opis digitalnog hardvera VHDL-u u programskom paketu Xilinix ISE Design Suite 13.1. Xilinix ISE programski paket je softverski alat koji nam pored projektovanja digitalnih sistema korišćenjem jezika za opis hardvera pruža mogućnost sinteze i implementacije opisanog hardvera za dato FPGA razvojno okruženje i željeno FPGA kolo. Nakon što smo dobili željene talasne oblike pomoću simulacije, rad DMA kontrolera ispitan je u realnim uslovima njegovom implementaciju na ciljnoj FPGA platformi Xilinix Spartan-3E.

Princip rada DMA kontrolera dat je na slici 8. Dva osnovna režima rada koje poseduje realizovani DMA kontroler su:

a) *Inicijalizacija* – režim rada u kome se u interne konfiguracione registre upisuje sadržaj izvorišne i odredišne adrese;

b) *Prenos podataka i ček sume* – režim rada u kome se vrši prenos podataka i izračunavanje čeksume. U ovom režimu nakon što su svi podaci preneti, u odredišnu memoriju se prenosi i ček suma.

Algoritmom sa slike 5. dato ponašanje se od strane DMA kontrolera ostvaruje na sledeći način:

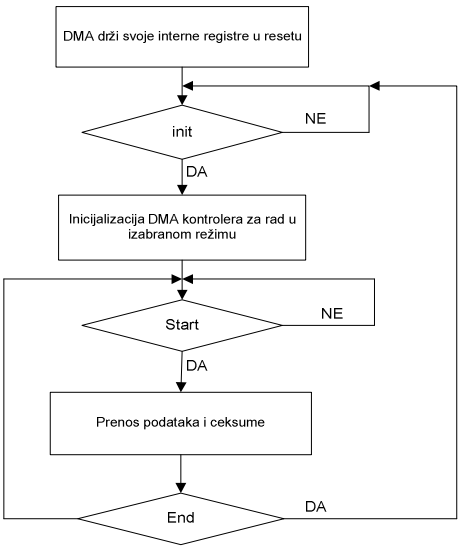
1) kontroler je u stanju u kome čeka na signal *init* i u ovom stanju drži svoje registre u resetu dok se na ovaj ulaz ne pojavi stanje logičke jedinice;

2) kada se na ulazu *init* pojavi logička jedinica, DMA kontroler ulazi u proceduru inicijalizacije i procesor upisuje njegove konfiguracione registre;

3) nakon završetka rutine inicijalizacije konfiguracionih registara, kontroler skenira *start* ulaz. Dolaskom logičke jedinice od procesora, prelazi se u proceduru prenosa podataka;

4) u procedure inicijalizacije, u registre DMA kontrolera prihvataju se trenutne vrednosti ulaznih podataka i isti prosleđuju na izlaz. Istovremeno se obavlja izračunavanje čeksume. Nakon kompletno prenetog broja zadatih reči, u memoriju se šalje ček suma. se ponavlja sve dok se na ulazu *end* ne pojavi logička jedinica;

5) dolaskom logičke jedinice na *end* ulaz DMA kontroler opet prelazi u stanje skeniranja *init* ulaza.



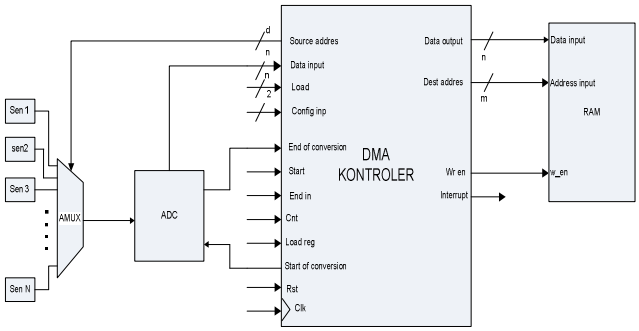
Sl. 5. Algoritam toka DMA kontrolera

Na slici 6. prikazano je radno okruženje okruženje DMA kontrolera kada on prensi podatke sa senzora.

Princip rada DMA kontrolera je sledeći:

1) pre svakog iniciranja novog prenosa DMA kontroler se nalazi u *Idle* stanju. U ovom stanju DMA kontroler drži svoje registre u resetu i uporedo sa tim skenira *init* ulaz;

2) kada procesor želi da inicira DMA prenos, on najpre konfiguriše interne konfiguracione registre kontrolera tako što prvo napuni interni konfiguracioni RAM kontrolera a onda na ulaz *init* DMA kontrolera postavlja logičku jedinicu. Međutim, ukoliko procesor želi da inicira prenos, on ne mora svaki put da menja sadržaj konfiguracionog RAM–a DMA kontrolera. Postavljanjem logičke jedinice na ulaz *init*, DMA kontroler prelazi u režim inicijalizacije u kome u svoje interne registre upisuje sadržaj koji se nalazi u konfiguracionom RAM-u;



Sl. 6. DMA kontroler u radnom okruženju - DMA prenos podataka sa senzora

3) u režimu inicijalizacije DMA kontroler automatski konfiguriše svoje interne registre - izvorišni i/ili odredišni adresni registar. Osnovni parametri konfiguracije su početna adresa i osnova brojanja;

4) pošto je DMA inicijalizovan, on čeka na dolazak *start* impulsa. Njegovim dolaskom kontroler ulazi u transfer režim u kome prihvata podatke sa senzora (izvorišne memorije), prebacuje ih u odredišnu memoriju i inkrementira svoje adresne registre. Uporedo sa tim, on izračunava ček sumu prebačenih podataka;

5) nakon što je prebacio zadati broj podataka, koji su inicijalno dvanaest, kontroler u odredišnu memoriju prebacuje ček sumu prebačenih podataka. Kada penese i ček sumu, DMA podiže svoj *interrupt* izlaz i signalizira procesoru da je transfer završen;

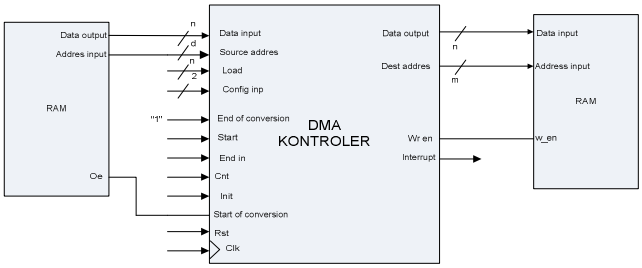
6) ukoliko se od strane procesora ne postavi logička jedinica na ulaz *end_in*, DMA kontroler opet započinje prenos podataka sa istom konfiguracijom.

Prenos podataka od strane procesora može biti prekinut u dva slučaja:

a) kada se završi tekući ciklus DMA kontrolera,
b) kada se završi tekuća DMA transakcija.

Slika 6. prikazuje okruženje DMA kontrolera kada se on inicijalizuje od strane procesora. Prethodno objašnjeni princip rada je isti, a jedina razlika u tome što se DMA inicijalizuje od strane procesora tako što se najpre bira željeni režim konfiguracije a onda se u paralelnom obliku konfiguraciona reč se postavlja na ulaz Load.

Na slici 7. dat je DMA kontroler u radnom okruženju tipa DMA *memory to memory*. Princip rada je potpuno isti, jedina razlika je što se ulaz *end_of_conversion* fiksira na 1.



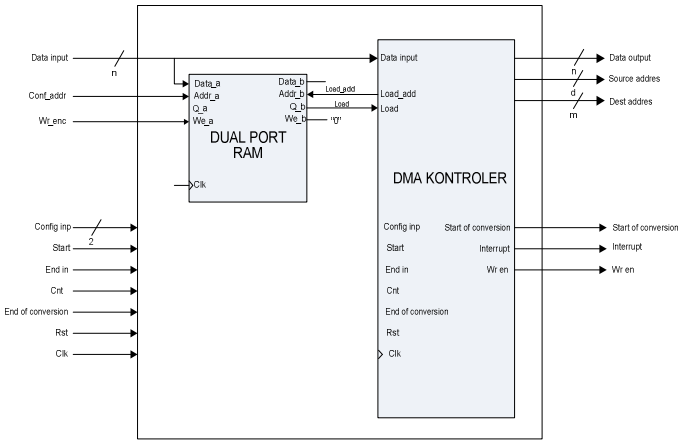
Slika 7. DMA kontroler u radnom okruženju tipa DMA *memory to memory*

DMA kontroler se sastoji od upravljačke jedinice i staze podataka. Staza podataka sadrži izvorišne i odredišne adresne registre, konfiguracione registre, kao i registre koji obavljaju izračunavanje čeksume.

Višekanalni DMA kontroler je hijerarhijski realizovan kao gradivni blok koji se sastoji od dve funkcionalne celine (slika 8.) :

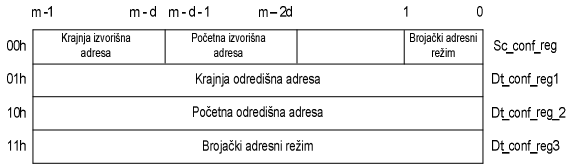
1) DMA kontrolera – komponente koja realizuje DMA prenos. Ova komponenta realizovana je kao gradivni blok koji se sastoji od staze podataka i upravljačke jedinice. Komponenta omogućava da se podaci prenose direktnim putem između senzora/memorije i memorije.

2) *Dual Port RAM memorije* – komponente u koju se od strane mikroprocesora upisuje konfiguracioni sadržaj DMA kontrolera. DMA kontroler ovu komponentu adresira i u svoje registre upisuje sadržaj sa specificirane adrese.



Sl. 8. Rezultati sinteze i implementacije

Slika 9. prikazuje sadržaj konfiguracionog RAM-a. Na desnoj strani slike prikazani su interni konfiguracioni registri DMA kontrolera u koje se preslikava sadržaj konfiguracionog RAM-a. Upravljačka jedinica upisuje sadržaj adresirane memorijske lokacije u specificirani registar tako što generiše signal dozvole upisa prema stazi podataka. Interni konfiguracioni registri su realizovani kao jedna komponenta koja je instancirana u okviru staze podataka. Pristup registrima radi upisa vrši se generisanjem određene adrese.



Sl. 9. Način inicijalizacije konfiguracionog RAM-a

III. REZULTATI SINTEZE I IMPLEMENTACIJE

Rezultati koji su dobijeni nakon sinteze veoma su važan pokazatelj isprojektovanog kola. Naime, nakon što smo isprojektovali hardver i ispitali njegovu funkcionalnost u vremenskom domenu sledi proces validacije dobijene hardverske strukture. Ovaj proces vezan je za alat kojim se vrši sinteza, u našem slučaju softverski paket Xilinix ISE Design Suite 13.1. Na ovom nivou od strane softvera izdaju se izveštaji o sintetizovanom hardveru. Naravno, podrazumeva da je se hardver sintetizovan za jedno konkretno FPGA kolo.

Hardver DMA kontrolera opisan je na jeziku za opis digitalnog hardvera VHDL-u u programskom paketu Xilinix ISE Design Suite 13.1. Neposredno u procesu kreiranja projekta u ovom paketu bira se implementaciona FPGA razvojna platforma. Naša ciljna platforma je Spartan3E. FPGA kolo za koje je kreiran opis je XC3S500 i na razvojnoj platformi Spartan3E montirano je u kućištu FG320. U tabeli 1. dat je pregled rezultata dobijenih HDL sintezom DMA kontrolera.

Tabela 1. Pregled rezultata dobijenih HDL sintezom

Naziv resursa	Količina iskorišćenog resursa	Procentualna iskorišćenost resursa
Slajs flip flop	145	1 %
Slajs	115	2 %
Četvoroulazni LUT	170	1%
U/I blok	82	35 %
Blok RAM	2	10%
GCLK	1	4%

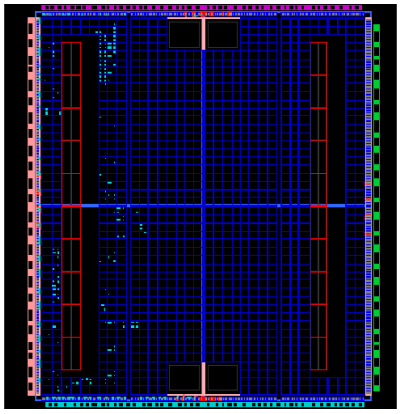
Tabela 2. Pregled hardverskih resursa nakon implementacije DMA kontrolera

Komponenta	Količina hardvera
4-bitni sabirač	2
16-bitni registar	6
4-bitni registar	2
1-bitni leč	1
16-bitni leč	3
4-bitni komparator	1
1 u 4 dekoder	1
1-bitno XOR kolo	16

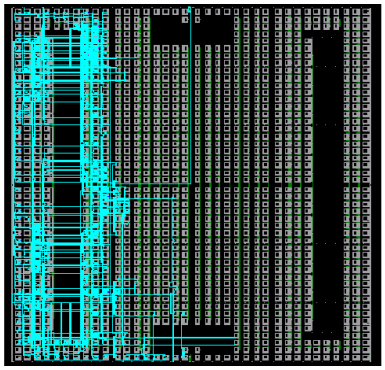
Nakon uspešno izvršene sinteze kreiranog VHDL opisa, alat za sintezu prelazi u proces implementacije hardvera na ciljno FPGA kolo. Naime, osim izveštaja koji

se tiču sintetizovanog hardvera alat za sintezu nakon završenog procesa sinteze daje kao izlaz net listu povezivanja gejtova koja je ulaz u deo softvera sintezu koji je zadužen za implementaciju strukturnog opisa dobijenog sintezom na FPGA. U okviru procesa implementacije softver obavlja niz aktivnosti kao što je mapiranje i rutiranje elemenata FPGA kola sintetizovanog hardvera, kao i procena performansi implementiranog hardvera sa aspekta njegove složenosti i brzine rada. U tabeli 2 dat je pregled hardverskih resursa kola XC3S500 koji su potrebni za realizaciju DMA kontrolera.

Na slici 10. prikazan je raspored iskorišćenh pinova FPGA kola kao i lokacija sintetizovanih hardverskih blokova na čipu. Ovde je od strane softvera raspored pinova automatski izgenerisan, s obzirom da se na ovom nivou procesa projektovanja ne zadaju ograničenja u vidu tajminga i rasporeda pinova koji se odnosi na ciljno razvojno okruženje. Pored ovoga se od strane softvera, u toku implementacije dizajna automatski obavlja rutiranje sintetizovanih hardverskih blokova. Za obe prethodno navedene operacije zadužena su dva različita programa u okviru istog softverskog okruženja. Najpre se automatski izvrši raspored gradivnih blokova na čipu i to se prikaže pomoću programa Pan Ahead, a zatim se pomoću FPGA editora izvršava automatsko rutiranje i prikaz rutiranog dizajna. Slika 11. prikazuje rutirani dizajn.



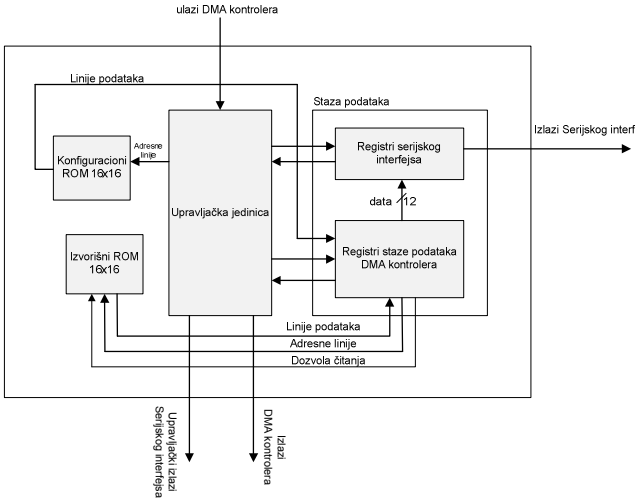
Sl. 10. Prikaz rasporeda iskorišćenih pinova i elemenata na FPGA čipu



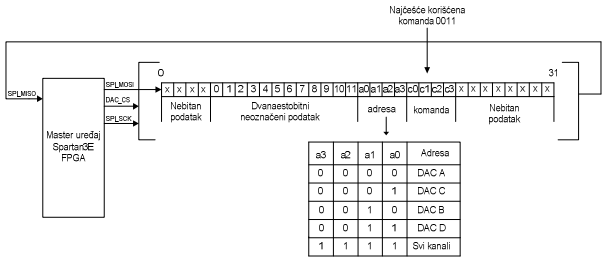
Sl. 11. Prikaz rutiranog dizajna

IV IMPLEMENTACIJA NA RAZVOJNO OKRUŽENJE XILINIX SPARTAN-3E

U radu je na najjednostavniji način izvršena funkcionalna verifikacija višekanalnog DMA kontrolera - skladu sa dostupnim resursima razvojnog okruženja Spartan3E isprojektovan je interfejs koji podatke koji se iz izvorišne memorije prihvataju od strane DMA kontrolera pretvara u serijsku formu i putem serijske magistrale šalje serijskom D/A konvertoru. D/A konvertor pristigli podatak sa serijske magistrale pretvara u analogni signal koji se meri pomoću osciloskopa. FPGA razvojno okruženje Spartan3E poseduje četvorokanalni SPI kompatibilni D/A konvertor LTC2624 sa dvanaestobitnom rezolucijom. Na slici 12. je data arhitektura interfejsa kojim je izvršena verifikacija rada DMA kontrolera [5]. Slika 13. Prikazuje komunikacionog protokol D/A konvertora LTC2624.



Sl. 12. Struktura DMA/serijskog DAC interfejsa



Sl. 13. Izgled 32-bitnog komunikacionog protokola D/A konvertora LTC2624

V ZAKLJUČAK

I pored toga što je višekanalni DMA kontroler implementiran na razvojnom okruženju Xilinix Spartan - 3E, njega je moguće koristiti kao soft IP jezgro u drugim alatima koji poseduju mogućnost opisa hardvera na VHDL-u jer ne poseduje specifičnosti softverskog alata u kome je kreiran (Xilinix ISE Design Suite 13.1).

ZAHVALNICA

Rezultati ovog rada predstavljaju deo istraživanja u okviru projekta TR-32009 - “Rekonfigurabilne visokopouzdane platforme male potrošnje” finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Wikipedia, “Direct Memory Access”, dostupno 01. oktobar 2013.

[2] I. Stojanović, N. Radulović, M. Lazić, “DMA kontroler”, IEEESTEC 2010, Elektronski fakultet, Niš 2010

[3] M. Stojčev, “ Predavanja iz predmeta Embedded sistemi”, *Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš 2013*

[4] M. Stojčev, “RISC CISC I DSP Procesori”, *Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš 1997*

[5] UG230, „Xilinix Spartan-3E FPGA Starter Kit Board User Guide“, *Xilinix, January 20, 2011*

Aplikacija za crtanje Data Flow Diagram-a

Milan Stanković

Sadržaj – Ovaj rad opisuje aplikaciju za crtanje dijagrama protoka podataka (data flow diagram). Aplikacija je razvijena u NetBeans IDE (ver. 7.2.1) okruženju, korišćenjem Java programskog jezika i JHD (JHotDraw) okvira. U daljem tekstu ovog rada biće detaljnije objašnjena namena aplikacije, arhitektura aplikacije, korišćeni alati i razvojna okruženja.

I. UVOD

Dijagrami predstavljaju jedno od osnovnih sredstava za komunikaciju između inženjera. Ideje, podaci, koncepti su pomoću dijagrama vizuelno predstavljeni, tj. slikom a ne rečima opisujemo neku konkretnu temu. Dijagrami protoka podataka (DPP) predstavljaju jednu do tri esencijalne perspektive za analizu i dizajniranje informacionih sistema. Oni vizuelno opisuju "kretanje" podataka u oviru samog sistema. Stvaralac ovih dijagrama bio je Lari Konstantin (*Larry Constantine*). Pokrovitelj projekta i korisnici moraju biti obavešteni i upoznati sa svim fazama razvoja informacionog sistema. Upotrebom DPP dijagrama, korisnici se mogu lakše upoznati sa načinom rada sistema, rezultatima i načinom implementacije sistema.

DPP dijagrami prikazuju kako se ulazni podatak kreće kroz celokupni sistem i pri tome utiče na samu strukturu sistema, od zahteva za akcijom, do obrade zahteva i prikaza finalnog rezultata.

U ovom radu je predstavljena aplikacija koja je razvijena za računare pod Windows XP i Windows 7 operativnim sistemima, pod nazivom *Data Flow Diagram.* Ono što je izdvaja od drugih, do sada razvijenih aplikacija u svetu, je sledeće:

- Aplikacija obezbeđuje vektorsko crtanje dijagrama protoka podataka korišćenjem JHD okvira.
- Takođe aplikacija prikazuje konkretnu upotrebu i implementaciju projektnih obrazaca (Observer, Hibernate) i objektno-relacionih mapera.

U uvodnom delu rada je detaljno obrazložena važnost i upotreba dijagrama protoka podataka. Zatim su prikazani detalji razvojnog okruženja NetBeans IDE [2], [3] kao i JHotDraw [1] arhitekturnog okvira za vektorsko crtanje. Opisan je i arhitekturni pogled na aplikaciju, kao i način upotrebe iste. Aplikacija je predstavljena iz ugla korisnika, ali i iz ugla programera.

Milan Stanković je student na katedri za Računarstvo i Informatiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milanche.stankovic@elfak.rs

II. RAZVOJNO OKRUŽENJE

Za razvoj *Data Flow Diagram* aplikacije primenjene su tehnologije zasnovane na Java programskom jeziku. Razlog za tu odluku je *JHotDraw*, *GUI* arhitekturni okvir za vektorsko crtanje, koji je realizovan upotrebom Java programskog jezika. Ovaj okvir je realizovan prema MVC (*Model-View-Controller*) projektnom obrazcu, tj. prikazuje jedan od načina upotrebe MVC-a, pa se zato još više uklapa u koncept DFD aplikacije.

A. NetBeans IDE

Postoji više razvojnih okruženja koja otvaraju mogućnost za kreiranje aplikacija na Java programskom jeziku.NetBeans IDE je *open-source* okruženje ovog tipa, u kom lako i brzo možemo razviti mobilnu, desktop ili Web aplikaciju. NetBeans IDE (ver. 7.2.1) se može izvršavati na Windows, OS X, Linux, Solaris i drugim platformama sa instaliranim JDK 7 (Java Development Kit), za koje postoji kompatibilna Java Virtuelna Mašina (JVM).

Zašto odabrati baš ovo okruženje? Razlog je to što nam NetBeans pruža mogućnost za kreiranje baze podataka (Java DB, My SQL, Oracle, PostgreSQL), u okviru samog razvojnog okruženja, sa kojom će naša aplikacija interagovati. Interakcija sa bazom može biti preko ručnog pisanja naredbi za pristup, izmenu i brisanje podataka iz tabela u bazi, ili pak korišćenjem ORM-a (object-relational maper) gde se predhodno navedeno radi automatski od strane *Hibernate* mapera. Proces mapiranja tabela na klase u aplikaciji, oslanja se na upotrebu *Hibernate Wizard*-a.

Postoji još i mogućnost refaktorisanja napisanog koda, sto daje dosta dobre rezultate po pitanju optimizacije i veličine aplikacije.

B. JHotDraw

JHotDraw je Java GUI arhitekturni okvir, za prikaz tehničke i strukturne 2D grafike. Ovaj okvir je *open-source* tipa. Autori su Erich Gamma i Thomas Eggenschwiler. Implementiran je po MVC (Model-View-Controller) arhitekturnom šablonu za interaktivne sisteme, i sadrži više paketa smeštenih u osnovnom *CH.ifa.draw* paketu. U okviru paketa nalaze se klase kojima je obezbeđen model podataka (kolekcija grafičkih elemenata, njihovih veza, stanje aplikacije), kao i vizuelizacija modela podataka.

Za interakciju sa korisnikom zadužen je grafičko korisnički interfejs pod nazivom Editor. Kreiranje Editora ne radi se od nule, već se nasleđuje *DrawAplication* klasa,

iz *CH.ifa.draw.aplication* paketa, kojom se obezbeđuju osnovne funkcionalnosti editora, dok je na programeru da sam definiše traku sa alatima. Definisane sopstvene trake sa grafičkim elementima postiže se predefinisanjem funkcije *createTools(Panel palette).* Na ovoj traci nalaze se grafički elementi koje je moguće selektovati i iscrtavati. U jednom trenutku samo jedan od grafičkih elemenata može biti aktivan. Takođe Editor ima ugrađene mehanizme za nalaženje i prbavljanje iscrtanih objekata, što programeru olakšava rad u ovom okruženju i pruža mogućnost interakcije sa kreiranim objektima.

Grafički elementi su predstavljeni klasama koje nasleđuju klasu *Figure*. JHD definiše veći broj figura (tekst, linije, poligoni, elipse), ali je takođe moguće kreirati i nove figure nasleđivanjem.

Veze između grafičkih elemenata crteža predstavljene su klasama koje nasleđuju klasu *ConnectionFigure*.

III. DATA FLOW DIAGRAM APLIKACIJA (ARHITEKTURNI POGLED)

Osnovna arhitektura Java aplikacije proširena je, pored osnovnog JHD paketa, sledećim paketima:

- " dataflowdiagram " paket,
- " observerClasses " paket,
- " dataflowdiagram.util " paket,
- " default " paket,
- " dataflowdiagram.entity " paket,
- " dataflowdiagram.JHotDraw " paket.

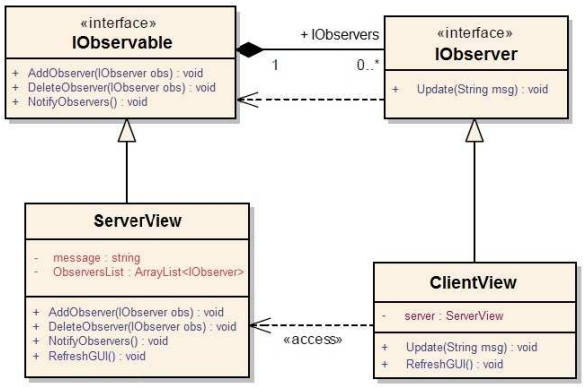
A. *DataFlowDiagram paket*

U ovom paketu je klasa " DataFlowDiagram.java " i ona sadrži "main" funkciju za kreiranje i pokretanje početnog prozora aplikacije *Administrator*.

```
public static void main(String[] args)
{
  DFDManager Manager;
  Manager = new DFDManager("Administrator");
  Manager.setLocation(100, 100);
  Manager.setSize(300, 105);
  Manager.setResizable(false);
  Manager.setVisible(true);
}
```

B. *ObserverClasses paket*

Na slici 1 prikazane su klase i interfejsi kojima je implementiran *Observer* obrazac. Ovaj obrazac je bihejvioralni (zasnovan na ponašanju), shodno tome koristi se za notifikaciju klijenata (*ClientView*) kada dodje do nekih promena nad bazom. Klasa *DFD Manager* koristi se za kreiranje Servera i Klijenata. Preko ove klase se pozivaju funkcije Servera, za registrovanje/brisanje aktivnih korisnika. *DFD Manager* klasa dodaje klijente u listu (*ObserversList*), na Serveru, registruje ih pozivom funkcije *AddObserver()* i kada nastane promena u bazi poziva se funkcija *NotifyObservers()* koja automatski pristupa svim članovima liste i poziva funkciju *Update()* za svakog klijenta. Na ovaj način obaveštavaju se svi korisnici o novonastalim promenama.



Slika 1. Klase i interfejsi kojima je implementiran *Observer* obrazac

C. *DataFlowDiagram.util paket*

S obzirom da u aplikaciji koristimo ORM, preko *Hibernate* obrasca, neophodno je u tom procesu generisati klase koje sadrže module za interakciju aplikacije sa bazom. U *util* paketu, nalazi se *"HibernateUtil.java"* klasa koja sadrži modul za povezivanje sa bazom. Kada je neophodno da aplikacija interaguje sa bazom prvenstveno se poziva na modul iz prethodno navedene klase.

D. *Default paket*

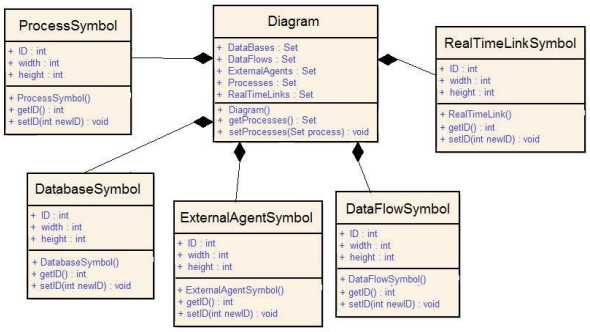
Ovaj paket sadrži dva konfiguraciona fajla:

- hibernate.cfg.xml – ovaj konfiguracioni fajl sadrži sve neophodne podatke za uspešno konektovanje sa bazom (ime baze, tip konekcije, korisničko ime, šifru). Takođe sadrži i reference na *hbm.xml* fajlove klasa na čije objekte se mapiraju tabele.
- hibernate.reveng.xml – za razliku od prethodnog ovaj fajl sadrži naziv šeme kao i reference na tabele koje prihvataju podatke iz mapiranjem definisanih objekata konkretne klase.

E. D*ataFlowDiagram.entity paket*

Klase kao i njihovi *hbm.xml* konfiguracioni fajlovi koji su kreirani od strane *Hibernate* obrazca smešteni su u ovom paketu. Objekti ovih klasa koriste se za prihvatanje podataka iz baze ili za smeštanje podataka u bazu. Na osnovu ovih konfiguracionih fajlova za svaku klasu ORM zna kako da izvrši preslikavanje objekta na konkretnu tabelu. U procesu *reverse-engineering*-a *Hibernate* projektni obrazac generišući klasu za svaku od tabela u

bazi automatski generiše *get* i *set* metode za svaki parametar.



Slika 2.

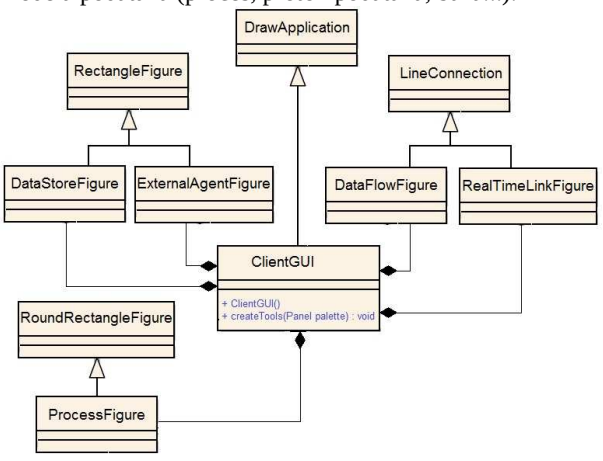
Diagram – Ova klasa je proširena dodatnim parametrima, a to su kolekcije objekata ostalih klasa koje predstavljaju elemente dijagrama, kao i *get* i *set* metodama za svaki od njih. Takođe u konfiguracionom fajlu ove klase prošireno je mapiranje na *one-to-many* princip. Ovim je postignuto da se preko jednog objekta klase Diagram vrši preslikavanje čitavih kolekcija elemenata koje sadrži dijagram, na konkretne tabele u bazi.

```
<set name="DataBases" cascade="all">
<key column="idofdiagram" not-null="true" />
<one-to-many
class="dataflowdiagram.entity.Databasesymbol"/>
</set>
```

One-to-many princip u konfiguracionom fajlu *Diagram.hbm.xml*

F. *DataFlowDiagram.JHotDraw paket*

Objekti klasa prethodno objašnjenog paketa služe za čuvanje podataka. Za razliku od njih objekti konkretnih klasa *JHotDraw* paketa koriste se za prikaz konkretnih modela podataka (proces, protok podataka, baza...).



Slika 3.

ClientGUI klasa obezbeđuje kreiranje i pokretanje Editora (JHD GUI). Ova klasa preko metode *createTools(Panel pallete)* kreira traku sa alatima sa koje se može odabrati bilo koji element dijagrama za iscrtavanje. Odabirom elementa sa trake kreira se nova instanca klase kojom je opisan odabrani element. Klase koje imaju dodatak *Figure* predefinišu neke od metoda svoje *super* klase, kako bi pravilno iscrtale element koji reprezentuju.

Naredne 4 klase koriste se za kreiranje i postavljanje *Handle* –a, odnosno okvira figure preko koga je moguće manipulisati (skaliranje, pomeranje bez deformacije) tom figurom.

- NotrhEastHandle.java
- NorthWestHandle.java
- SoutheastHandle.java
- SouthWestHandle.java

IV. DATA FLOW DIAGRAM APLIKACIJA

Svrha ove aplikacije je da omogući crtanje *Data Flow Diagram*-a, ali i da prikaže konkretnu upotrebu projektnih obrazaca, kao i primenu (ORM) Objektno-Relacionih Mapera. Ovo je desktop aplikacija koja koristi klijent-server model radi boljeg objašnjenja implementacije i praktične primene *Observer* obrazca.

U ovom modelu postoje određena ograničenja (samo jedan korisnik u datom trenutku može modifikovati konkretan dijagram), shodno tome ukoliko neki od aktivnih klijenata želi da modifikuje isti dijagram neće mu biti dozvoljeno, pa se zato on mora obavestiti kada dijagram bude dostupan.

Aktiviranje servera, kao i dodavanje više klijenata vrši se preko početne forme *DFDManager* pod nazivom *Administrator*.



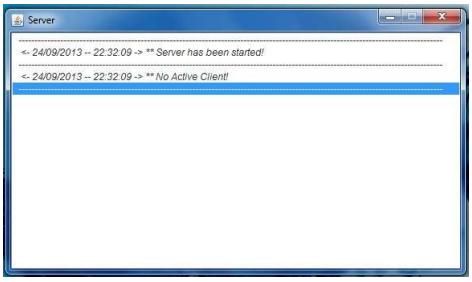
Slika 4. Početna forma

Da bi dodavanje klijenata u sistem bilo moguće, potrebno je prvo pokrenuti Server. Razlog za ovo je to što klijenti, oslanjajući se na određene module, preko Servera vrše interakciju sa bazom (čitanje/upis dijagrama).



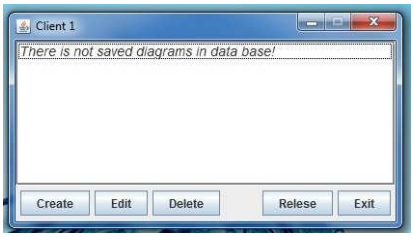
Slika 5. Obaveštenje

Klikom na dugme *Run Server* pokrenuće se serverski deo aplikacije. Svrha ovog dela je da pored osnovnih modula koje pruža za interakciju sa bazom, obezbedi i evidenciju svih akcija koje su zahtevane od strane klijenata nad samom bazom. Obaveštenja su u formatu *datum/vreme/opis zahtevane i preduzetih akcija.* Po zatvaranju Servera, korisnik aplikacije ima mogućnost da sačuva status Servera u tekstualni fajl. Ovo se takođe može inicirati i dok je Server aktivan, duplim klikom u serversku formu.



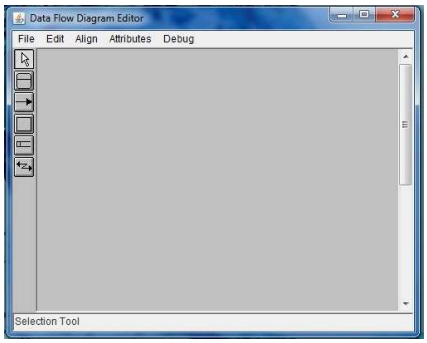
Slika 6. Server

Sada kada je Server aktivan dozvoljeno je dodavati klijente, klikom na *Create Client*, ili ih uklanjati iz sistema klikom na *Delete Client*. Kada se klijent doda u sistem, otvara se forma kao na slici 7. Ova forma dozvoljava pregled svih trenutnh dijagrama u bazi, kreiranje novih, editovanje/brisanje postojećih.



Slika 7. Klijent

Ukoliko korisnik aplikacije želi da kreira nov dijagram, klikom na *Create*, otvara se Editorski prozor kreiran na osnovu JHD okvira.



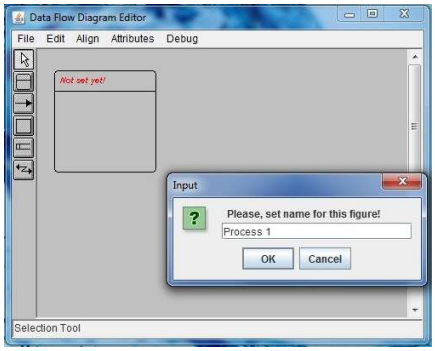
Slika 8. JHD GUI (Editor)

U ovom prozoru sa leve strane nalazi se traka sa osnovnim elementima, dijagrama protoka podataka, koje je moguće izcrtati.

Elementi trake su:

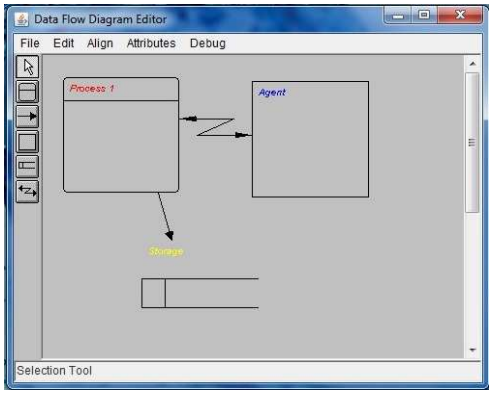
- Alat za selekciju ……..
- Proces ……..
- Protok podataka ……
- Spoljašnji agent …….
- Baza podataka ……..
- Veza u realnom vremenu …..

Princip crtanja je *Press-Drag-and-Release.* Primenom ovog principa za element *Proces*, kao rezultat dobiće se figura kao na slici 9. Nakon kreiranja elementa dijagrama, biće ponuđeno da se element postavi neko ime. Imenovanje nije moguće za figure tipa veze (protok podataka, veza u realnom vremenu).



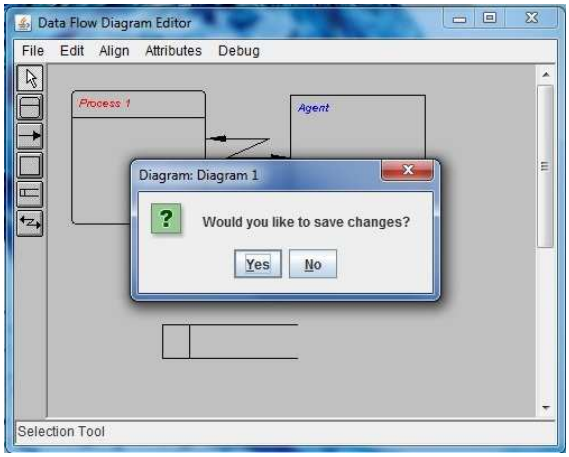
Slika 9. Iscrtavanje i imenovanje figure

Posle nekoliko *Press-Drag-and-Release* operacija, za različite figure kreirali smo *Data Flow Diagram*, kao na slici 10. Za iscrtavanje veza postoji softversko ograničenje. Shodno tome veze će biti uspostavljene/iscrtane samo između onih elemenata koji ne podležu ograničenjima.



Slika 10. Data Flow Diagram

Po zatvaranju ovog prozora korisnik aplikacije može sačuvati novo nastali dijagram, ili odbaciti promene. Ovo važi i za mod editovanja već postojećih dijagrama.



Slika 11. Zatvaranje *JHD GUI*-a

ZAKLJUČAK

Programiranje nije samo kucanje koda, postavljanje elemenata interfejsa. Od velikog je značaja kako za dalju evoluciju aplikacije tako i za programera iste, posvetiti više vremena planiranju modula aplikacije, sa što bolje iskorišćenim kodom. Moduli su delovi aplikacije koji izvršavaju unapred određene akcije u cilju postizanja željenog rezultata. Zajedno čine sistem u celosti i međusobno su jako ili slabo spregnuti. Kada je sistem podeljen na module lakše je vršiti izmene nad njim, dodavanjem, brisanjem ili modifikacijom već postojećih. Neki od modula u *Data Flow Diagram* aplikaciji prikazani su u sekciji *III Arhitekturni pogled.*

Sažet i reupotrebljiv kod sa što manje „smeća“, pruža dobru i jaku osnovu za dalje usavršavanje aplikacije. Manje vremena se provodi u otkrivanju i ispravljanju grešaka, a više vremena se posvećuje inovacijama aplikacije. Takođe upotrebom projektnih obrazaca, nekih od njih, dobijamo na čitljivosti i boljoj razumljivosti koda tako da ostali saradnici mogu bez problema shvatiti poentu.

Cilj ove aplikacije je da se što bolje shvati primena i konkretna upotreba projektnih obrazaca, kao i da se pokaže jedan od mogućih načina upotrebe *JHotDraw* arhitekturnih okvira u *NetBeans IDE* razvojnom okruženju.

ZAHVALNICA

Aplikaciju je realizovao student niškog Elektronskog fakulteta, Milan Stanković u okviru predmeta Arhitektura i projektovanje softvera na katedri za Računarstvo i Informatiku. Zahvaljujem se prof. dr. Draganu Stojanoviću, mr. Vladanu Mihajloviću i mr. Bratislavu Predi ću, na sveukupnoj podršci u radu. Takođe se posebno zahvaljujem predsedniku *IEEESTEC Student's Conference Secretariat*-a Danijelu Dankoviću, na ukazanoj prilici.

LITERATURA

[1] JHotDraw as Open-Source Project, http://www.jhotdraw.org/, 29. Oktobar 2013.
[2] Wikipedia NetBeans, http://en.wikipedia.org/wiki/NetBeans, 29. Oktobar 2013.
[3] NetBeans IDE official, https://netbeans.org, 29. Oktobar 2013.
[4] Arhitektura i projektovanje softvera, http://cs.elfak.ni.ac.rs/nastava/course/view.php?id=59, 29. Oktobar 2013.

Realizacija indikatora opsega frekvencija audio signala

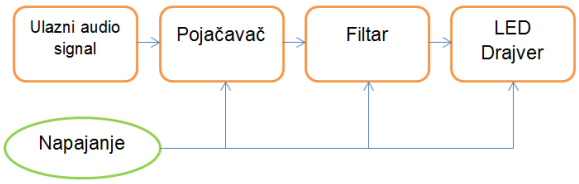
M. Mitić, Đ. Veličković

Sadržaj – U ovom radu objašnjen je jedan od načina za određivanje opsega frekvencija audio signala i prikazana je realizacija analognog indikatora opsega frekevencija audio signala koji se manifestuje uključivanjem LE dioda.

I. Uvod

Audio signal je reprezentacija zvuka, najčešće preko električnog napona. Sadrži frekvencije koje pokrivaju čujni opseg čoveka koji iznosi od 20Hz do 20kHz [1]. U ovom radu realizovan je indikator opsega frekvencija audio signala, pri čemu se ulazni signali (levi i desni kanal) vode iz mobilnog telefona, MP3 plejera ili računara preko 3.5mm konektora.

Projektovan je uređaj koji će vršiti detekciju komponenti audio signala sa različitim frekvencijama i izveštavati o njihovoj prisutnosti uz pomoć LE dioda [2]. Zamisao je da se direktno na dolazeći izvor audio signala veže pojačavački stepen kako bi se nivo audio signala, čija maksimalna amplituda iznosi oko 0.45V, povećao. Pojačavački stepen realizovan je uz pomoć operacionog pojačavača u neinvertujućoj konfiguraciji. Ovim blokom postiže se značajno pojačanje koje olakšava dalji rad na nivoima napona reda nekoliko volti i omogućava dovoljan nivo signala za kasniju pobudu tranzistora. Sledeći blok predstavlja filtar, sačinjen od jednog propusnika niskih frekvencija, jednog propusnika opsega i jednog propusnika visokih frekvencija. U tom bloku se formiraju tri frekvencijska kanala koja uređaj treba da poseduje. Blok šema uređaja data je na slici 1.



Slika 1. Blok šema indikatora opsega frekvencija audio signala

Svaki od filtara biće zadužen da propušta deo opsega audio signala i prenosi samo tražene frekvencije do svog LED drajvera. Nakon ovog bloka na svaki od navedenih filtara vezuje se LED drajver. Zamišljeno je da svaki od LED drajvera sačinjavaju LED-ovi različitih boja. Sam LED drajver pokreće 4 LED-a vezana paralelno a njegov rad regulisan je bipolarnim tranzistorom u konfiguraciji sa zajedničkim emitorom u prekidačkom režimu. Kada iz filtara prođe signal dovoljno velike amplitude, uključuju se tranzistor i diode. Svi blokovi indikatora, pojačavački stepen, filtri i LED drajveri napajaju se sa V^+=5V DC. Kako je audio signal simetričan u pozitivnoj i negativnoj poluperiodi, a koristi se samo +5V, negativne poluperiode biće odsečene.

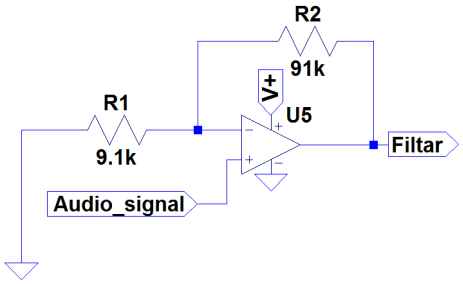
Miloš Mitić i Đorđe Veličković su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: mmitic@elfak.rs, velicko992.2@hotmail.com

II. Projektovanje indikatora

A. Pojačavač

Merenjem je ustanovljeno da nivo audio signala poseduje maksimalnu amplitudu 0.45V. Budući da je potrebno minimalno 0.75V na bazi bipolarnog tranzistora, koji vrši funkciju prekidača, a filtri unose izvesno slabljenje prvobitnog signala bilo je potrebno pojačati ulazni audio signal.

Za pojačavanje signala je upotrebljen operacioni pojačavač LM2902 [3] u neinvertujućoj konfiguraciji [4], kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Šema pojačavača u neinvertujućoj konfiguraciji

Pojačanje operacionog pojačavača koji radi u neinvertujućoj konfiguraciji računa se po formuli:

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1}. \quad (1)$$

Potrebno pojačanje treba da bude veće od 10, jer se time obezbeđuje da uprkos slabljenju koje unose filtri, nivo signala bude dovoljan za pobudu tranzistora. Za standardne vrednosti otpornosti, dobija se:

$$A = 1 + \frac{91k}{9.1k} = 11. \quad (2)$$

B. Filtar

Filtri služe da razdvoje komponente audio signala na različitim frekvencijama u tri grupe: grupu niskih, grupu srednjih i grupu visokih frekvencija. Prvu grupu čine frekvencije do 320Hz, drugu od 320Hz do 2.4kHz i treću preko 2.4kHz.

Filtri su isprojektovani uz pomoć operacionih pojačavača LM2902 i predstavnici su grupe Butterworth-ovih filtara u Sallen-Key topologiji [5-6]. Treba napomenuti da je propusnik opsega napravljen od dva filtra, jednog propusnika visokih i jednog propusnika niskih frekvencija, vezanih na red, te je za njegovu realizaciju bilo potrebno iskoristiti dva operaciona pojačavača.

Opšta formula za izračunavanje vrednosti potrebnih otpornika i kondenzatora je [4]:

$$f_{3dB} = \frac{1}{2\pi RC}. \quad (3)$$

Posle računanja izabrane su standardne vrednosti za otpornike i kondenzatore.

B1. Nisko propusni filtar

Šema nisko propusnog filtra prikazana je na slici 3. Kod nisko propusnog filtra usvojene su vrednosti otpornika od 100kΩ, a na osnovu njih i granične frekvencije od 320Hz proračunate su vrednosti kondenzatora C_1 i C_2:

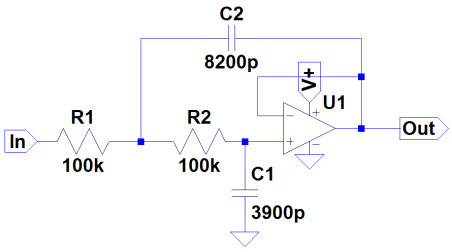
$$C = \frac{1}{2\pi R f_{3dB}} \quad (4)$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 320} \quad (5)$$

$$C = 4.98nF \quad (6)$$

$$C_1 = 0.707 \cdot C = 3.52nF \quad (7)$$

$$C_2 = 1.414 \cdot C = 7.04nF. \quad (8)$$



Slika 3. Šema nisko propusnog filtra

B2. Propusnik opsega

Šema propusnika opsega frekvencija prikazana je na slici 4. Kod propusnika opsega usvojene su vrednosti otpornika od 100kΩ i kondenzatora od 100pF, a na osnovu njih i granične frekvencije od 320Hz i 2.4kHz proračunate su vrednosti kondenzatora C_5 i C_6 i otpornika R_7 i R_8, polazeći od (3):

$$C = 0.63nF \quad (9)$$

$$C_5 = 0.707 \cdot C = 0.44nF \quad (10)$$

$$C_6 = 1.414 \cdot C = 0{,}89nF \quad (11)$$

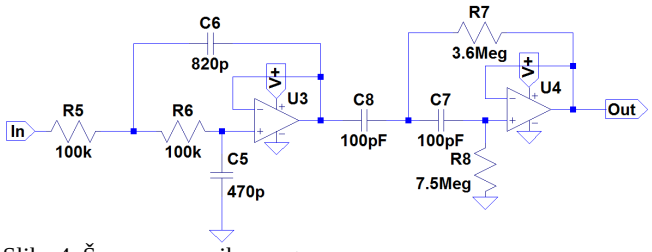
$$R = \frac{1}{2\pi C f_{3dB}} \quad (12)$$

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 100 \cdot 10^{-12} \cdot 320} \quad (13)$$

$$R = 4.98M\Omega \quad (14)$$

$$R_7 = 0.707 \cdot R = 3.52M\Omega \quad (15)$$

$$R_8 = 1.414 \cdot R = 7.04M\Omega. \quad (16)$$



Slika 4. Šema propusnika osega

B3. Visoko propusni filtar

Šema visoko propusnog filtra data je na slici 5. Kod visoko propusnog filtra usvojene su vrednosti kondenzatora od 100pF, a na osnovu njih i granične frekvencije od 2.4kHz proračunate su vrednosti otpornika R_3 i R_4, na osnovu (3):

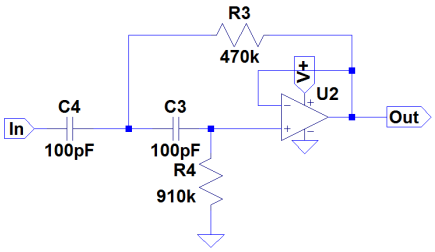
$$R = \frac{1}{2\pi C f_{3dB}} \quad (17)$$

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 100 \cdot 10^{-12} \cdot 2.4 \cdot 10^3} \quad (18)$$

$$R = 663.48k\Omega \quad (19)$$

$$R_3 = 0.707 \cdot R = 469.08k\Omega \quad (20)$$

$$R_4 = 1.414 \cdot R = 938.16k\Omega. \quad (21)$$

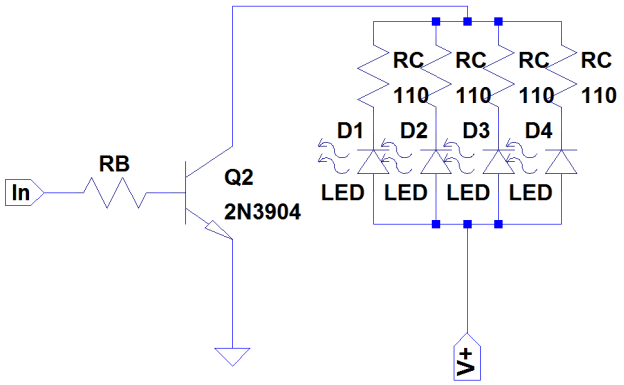


Slika 5. Šema visoko propusnog filtra

C. LED drajver

LED drajver se nalazi na izlazu svakog filtra i sastoji se od bipolarnog tranzistora 2N3904 [7] koji služi kao prekidač [8]. Kada se na bazi tranzistora pojavi veći napon od napona zasićenja između baze i emitora $V_{BE(sat)}$ koji iznosi 0.75V tranzistor se ponaša kao zatvoren prekidač. Tada se javlja kolektorska struja koja omogućava diodama

da svetle punim sjajem. Šema LED drajevera data je na slici 6.



Slika 6. Šema LED drajvera

Otpornikom u svakoj grani na kolektoru ograničava se struja kroz LED-ove. Kako su vezane paralelno, potrebna je kolektorska struja od 100mA da bi svaka dioda sijala punim sjajem, pri čemu je pad napona na LED-u 2V, a V_{CEsat}=0.2V:

$$R_C = \frac{V^+ - V_D - V_{CE\,sat}}{I_C} = 112\Omega \qquad (22)$$

Merenjem pojačanja na traseru tranzistorskih karakteristika određeno je pojačanje konkretnih primeraka tranzistora. Uslov zasićenja tranzistora je:

$$I_B > \frac{I_C}{\beta} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{130} = 769\mu A \qquad (23)$$

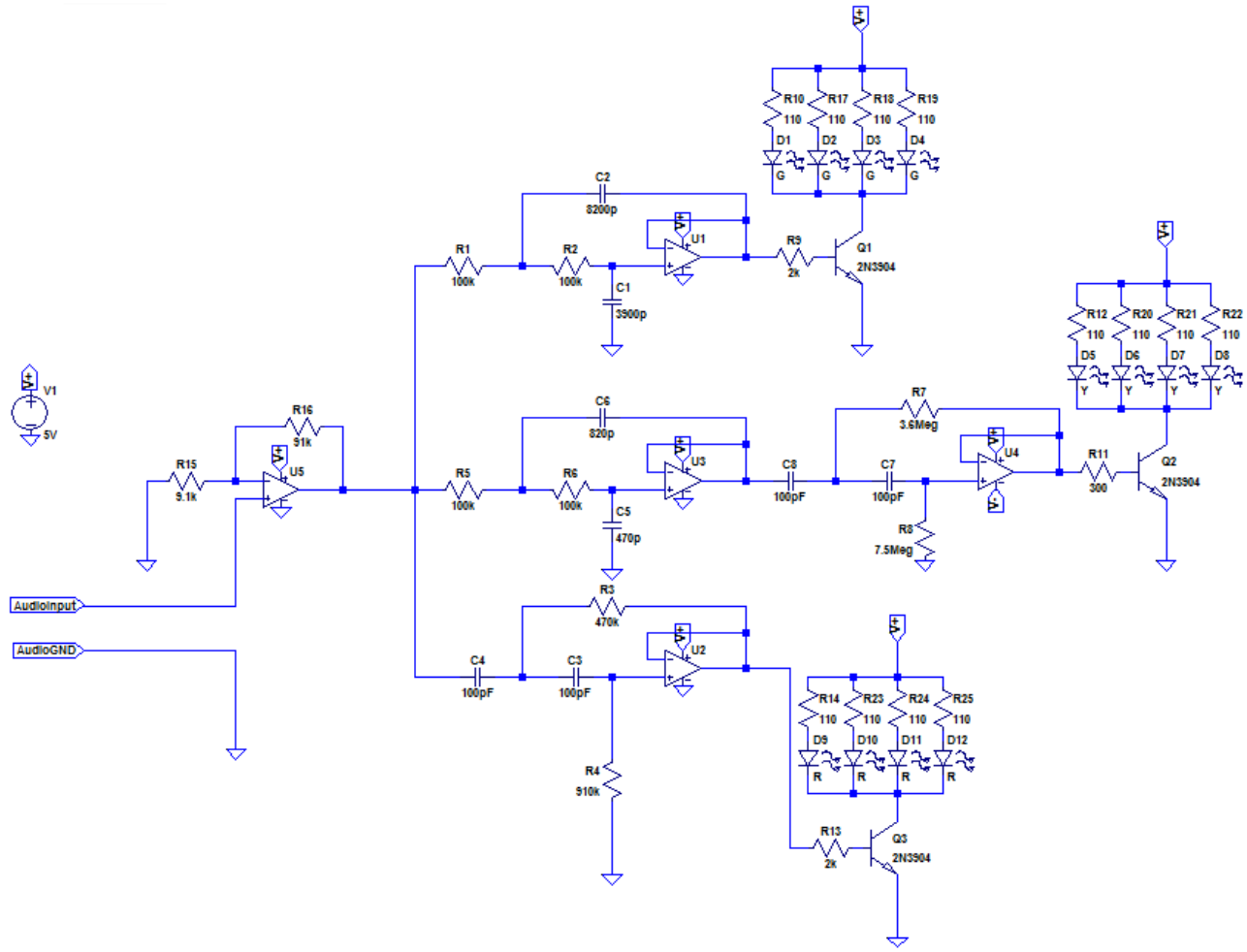
U zavisnosti od vrste filtra varira i napon audio signala na bazi tranzistora. Na izlazu nisko propusnog i visoko propusnog filtra maksimalni mereni napon je 2V, dok je kod propusnika opsega napon 1V. Zbog toga se otpornik u kolu baze razlikuje u ova dva slučaja. Treba napomenuti da su na osnovu proračuna izabrani otpornici iz standardnog niza.

Bazni otpornik za nisko propusnik i visoko propusnik je:

$$R_B < \frac{V_B - V_{BE\,sat}}{I_B} = 2.2k\Omega, \qquad (24)$$

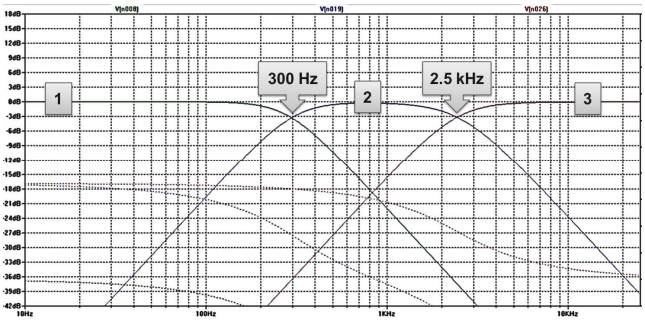
a za propusnik opsega:

$$R_B < \frac{1 - 0.75}{769 \cdot 10^{-6}} = 324\Omega\,. \qquad (25)$$



Slika 7. Kompletna šema uređaja

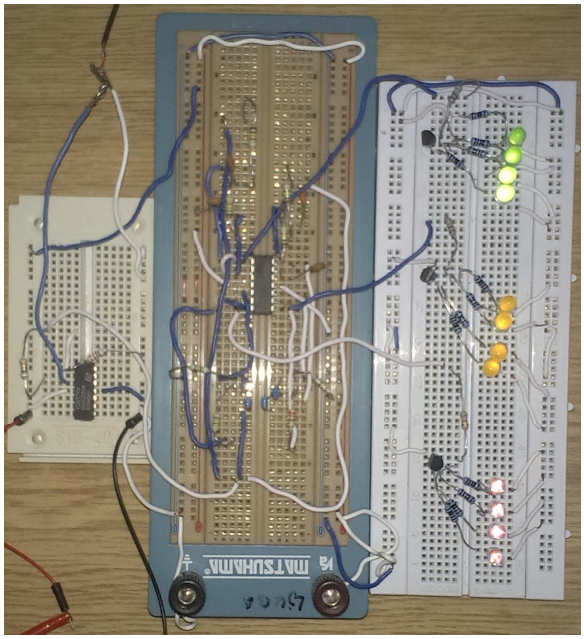
Kompletna šema projektovanog uređaja prikazana je na slici 7. Simulacija je urađena u LTSpice IV [9-10]. Rezultati AC analize u frekventnom opsegu od 20Hz do 20kHz potvrđuju proračun filtara, sa malim odstupanjima zbog korišćenja komponenti sa standardnim vrednostima. Bodeov dijagram dat je na slici 8.



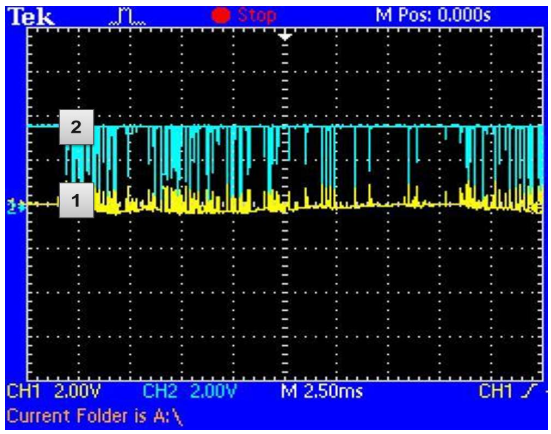
Slika 8. Rezultati simulacije, 1 – karakteristika nisko propusnog filtra, 2 – karakteristika propusnika opsega, 3 – karakteristika visoko propusnog filtra

III. Realizacija indikatora

Uređaj je razvijen i testiran u laboratorijskim uslovima na proto ploči (slika 9). Pri realizaciji su korišćene komponente koje sadrže više istorodnih analognih elemenata u okviru istog kućišta (npr. 4 operaciona pojačavača). Slika 10 prikazuje rezultate sa osciloskopa, prikazan je ulazni napon „1“ uređaja (audio signal) i izlazni napon „2“ (napon na kolektoru bipolarnog tranzistora koga pokreće izlazni napon sa filtra propusnika visokih frekvencija).



Slika 9. Indikator frekvencije audio signala realizovan na proto ploči



Slika 10. Rezultati sa osciloskopa, 1 – ulazni audio signal, 2 – izlazni signal

IV. Zaključak

U radu je prikazana jedna od mogućih analognih realizacija indikatora frekvencije audio signala. Sam uređaj se može u finalnom obliku realizovati na štampanoj ploči i time dobiti dopadljiv izgled. Broj indikacionih LE dioda se po potrebi može jednostavno prilagoditi modifikacijom LED drajvera. Indikator je moguće montirati na mobilne telefone, MP3 plejere i računare preko 3.5mm konektora. Ostavljena je i mogućnost nadogradnje uređaja, na primer ugradnjom mikrofona.

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] V. Delić, Psiho fizičke karakteristike audio signala, Novi Sad, 2010. [On Line]. Dostupno na: www.ktios.net
[2] A. Sadoi, The LED Artist. [On Line]. Dostupno na: www.theledart.com
[3] LM2902, Datasheet, *ST*, 2013. [On Line]. Dostupno na: www.st.com
[4] D. Danković, Komponente za telekomunikacije, praktikum, Niš, 2013.
[5] Z. Prijić, Analogna mikroelektronika, predavanja, 2012. [On Line]. Dostupno na: mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs
[6] R. Mancini, “OpAmps for Everyone – Design Reference”, *Texas Instruments*, 2002. [On Line]. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/an/slod006b/slod006b.pdf
[7] 2N3904, Datasheet, *Fairchild Semiconductor*, 2011. [On Line]. Dostupno na: www.fairchildsemi.com
[8] A. Prijić, Poluprovodničke komponente, predavanja, 2013.
[9] LTSpice, softver. [On Line]. Dostupno na: www.linear.com
[10] LTSpice, uputstvo. [On Line]. Dostupno na: www.linear.com

Detektor temperature zasnovan na astabilnom multivibratoru

Nikola Krstić

Sadržaj - U radu je prikazan detektor temperature realizovan pomoću NE555 kola u astabilnom režimu rada i NTC otpornika. Frekvencija izlaznog signala zavisiće od temperature na NTC otporniku.

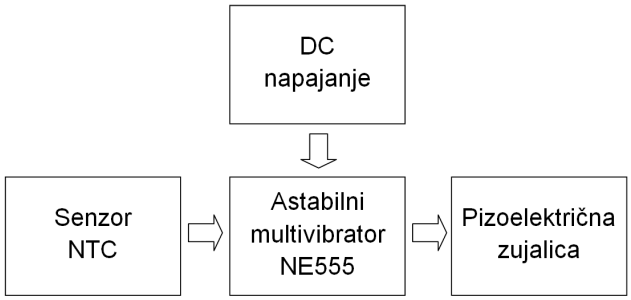
I. UVOD

U svim aspektima života postoji potreba za merenjem temperature okoline. U savremenim sistemima za praćenje proizvodnih procesa neophodno je pratiti temperaturu okoline i u zavisnosti od njene vrednosti preduzimati određene korake. Nije uvek važno znati brojnu vrednost temperature, već da li je niska ili visoka u odnosu na referentnu (sobnu) temperaturu. U ovom radu prikazana je jedna od realizacija detektora temperature.

Temperatura je fizička veličina koja predstavlja stepen zagrejanosti tela. Promena temperature praćena je promenom fizičkih svojstava tela. Termistori su otpornici kod kojih se otpornost izrazito menja sa temperaturom (pri izmeni temperature okoline). Postoje dve vrste termistora: sa negativnim temperaturnim koeficijentom otpornosti (NTC) i sa pozitivnim koeficijentom (PTC otpornici) [1].

Astabilni multivibrator ima ulogu oscilatora koji generiše pravougaone impulse različitih frekvencija i faktora ispune u zavisnosti od promene otpornosti ili kapacitivnosti komponenti u kolu.

U ovom radu iskorišćen je NTC otpornik koji služi kao senzor temperature, a kolo astabilnog multivibratora manipuliše sa temperaturom, tj. u zavisnosti od otpornosti NTC-a menja frekvenciju izlaznog signala. Piezoelektrična zujalica menja jačinu zvuka sa tom frekvencijom. Blok šema uređaja prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema uređaja

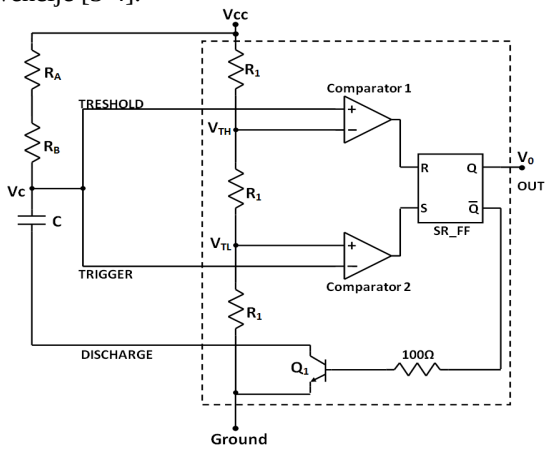
Nikola Krstić je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet Niš, Srbija, E-mail: n.krstic@elfak.rs

II. REALIZACIJA DETEKTORA TEMPERATURE

A. Princip rada NE555 kola u astabilnom režimu

Kolo NE555 se sastoji od razdelnika napona (otporničke mreže), dva komparatora, SR flip-flopa i NPN tranzistora za pražnjenje [2]. Unutrašnja struktura NE555 u konfiguraciji astabilnog multivibratora prikazana je na slici 2. Prag komparacije komparatora 1 je 2/3 napona napajanja, dok je kod komparatora 2 prag okidanja 1/3 napona napajanja, što je određeno razdelnikom napona. Kod astabilnog kola izvodi „Treshold“ i „Trigger“ su kratkospojeni tako da je omogućeno automatsko okidanje kola. Definiše se napon $V_{TH} = 2/3V_{CC}$ i $V_{TL} = 1/3V_{CC}$, gde je V_{CC} napon napajanja.

Kada priključimo kolo na jednosmerni napon napajanja kondenzator C počinje da se puni, preko otpornika R_A i R_B, na izlaznom pinu NE555 je napon logičke „1“. Kada se na kondenzatoru dostigne napon V_{TH}, na izlazu komparatora 1 je napon logičke „1“, koji flip-flop vodi u reset stanje, tj. izlazni napon odgovara naponu logičke „0“. Dakle, tada je na izlazu $\overline{Q}$ napon logičke „1“, što uključuje NPN tranzistor Q1 u unutrašnjoj strukturi NE555. Kondenzator C preko otpornika R_B i tranzistora Q1 počinje da se prazni. Kada napon na kondenzatoru dostigne V_{TL} okine komparator 2, koji flip – flop vodi u set stanje, tj. na izlaznom pinu NE555 je napon logičke „1“. U trenutku promene stanja na flip – flopu isključuje se tranzistor za pražnjenje, te počinje punjenje kondenzatora. Ceo ciklus se ponavlja i na izlazu je signal pravougaonog oblika, stabilne frekvencije [3-4].



Slika 2. Unutrašnja struktura NE555 u konfiguraciji astabilnog multivibratora

Frekvencija izlaznog signala astabilnog multivibratora određena je otpornicima R_A, R_B i kondenzatorom C. Vremenska konstanta punjenja kondenzatora je:

$$\tau = (R_A + R_B)C\,, \tag{1}$$

dok je vremenska konstanta pražnjenja kondenzatora:

$$\tau = R_B C\,. \tag{2}$$

Polazeći od jednačina [3] u režimu punjenja kondenzatora:

$$\frac{1}{3}V_{CC} = V_{CC}\left(1 - e^{-\frac{t_1}{(R_A+R_B)C}}\right), \tag{3}$$

$$\frac{2}{3}V_{CC} = V_{CC}\left(1 - e^{-\frac{t_2}{(R_A+R_B)C}}\right), \tag{4}$$

dobijamo da je perioda punjenja kondenzatora:

$$T_1 = t_2 - t_1 = (R_A + R_B)C \cdot \ln 2\,. \tag{5}$$

Iz jednačine u režimu pražnjenja:

$$\frac{1}{3}V_{CC} = \frac{2}{3}V_{CC} \cdot e^{-\frac{T_2}{R_B C}}, \tag{6}$$

dobija se perioda pražnjenja kondenzatora:

$$T_2 = R_B C \cdot \ln 2\,. \tag{7}$$

Iz jednačina (5) i (7) dobija se da je frekvencija oscilovanja izlaznog signala:

$$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}\,. \tag{8}$$

B. Formiranje modela NTC otpornika

Na osnovu eksperimentalnih merenja zavisnosti otpornosti NTC otpornika od temperature u laboratorijskom sistemu *Heraeus D6450 Hanau*, izveden je SPICE model NTC otpornika. Nominalna vrednost merenog NTC otpornika je 470kΩ. Na osnovu rezultata merenja (otpornosti na 50°C i 110°C) i izraza za otpornost NTC otpornika [1]:

$$R = R_\infty e^{\frac{\beta}{T}} \tag{9}$$

izračunati su koeficijenti R_∞ i β pomoću formula izvedenih iz izraza (9)

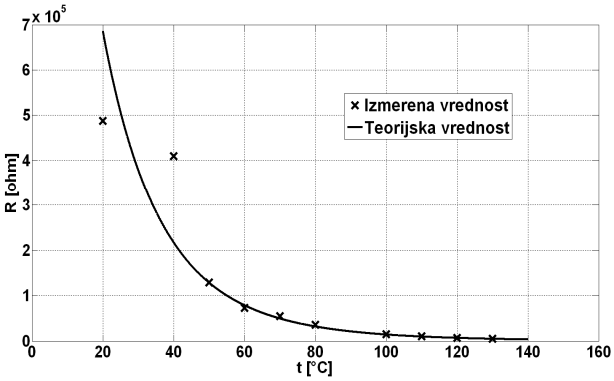
$$\beta = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_1}{R_2} = 5272.5K \tag{10}$$

$$R_\infty = R_1 e^{-\frac{\beta}{T_1}} = R_2 e^{-\frac{\beta}{T_2}} = 10.504m\Omega \tag{11}$$

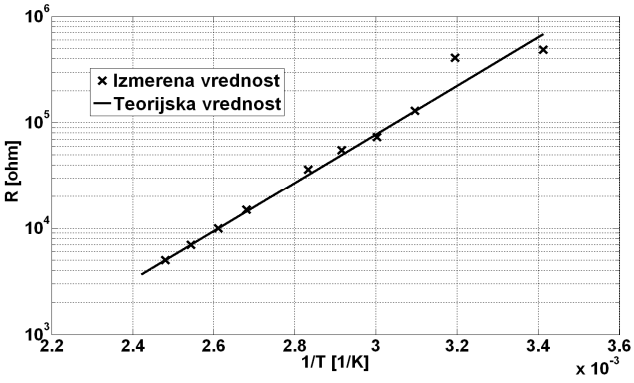
U tabeli 1 prikazane su merene i izračunate vrednosti NTC otpornika. Rezultati merenja i karakteristika NTC otpornika dobijena na osnovu proračuna prikazani su na slikama 3 i 4. Rezultati sa slike 4 potvrđuju ispravnost merenja, te se dobijene vrednosti iz proračuna mogu uzeti za parametre modela NTC otpornika u simulatoru.

TABELA I
TEMPERATURNA ZAVISNOST OTPORNOSTI NTC OTPORNIKA

t [°C]	T [K]	Izmerena vrednost [kΩ]	Teorijska vrednost [kΩ]
20	293	488	686
40	313	410	217
50	323	129	129
60	333	73	79
70	343	55	50
80	353	36	32
100	373	15	14
110	383	10	10
120	393	7	7
130	403	5	5



Slika 3. Temperaturna karakteristika NTC otpornika u lin-lin razmeri



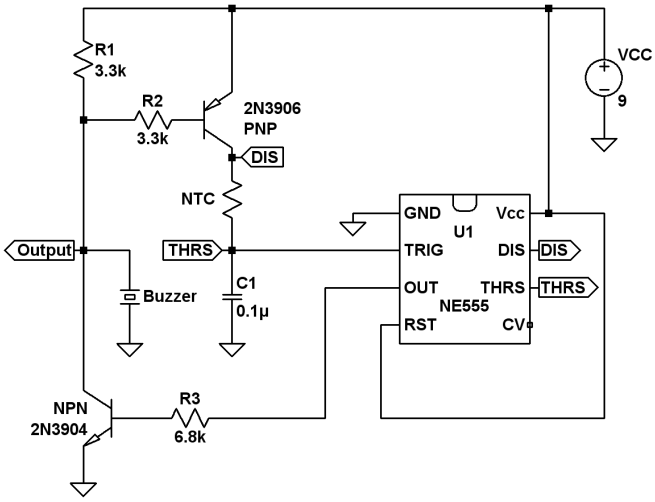
Slika 4. Temperaturna karakteristika NTC otpornika u log-lin razmeri

C. Princip rada detektora temperature

Kolo se napaja jednosmernim naponom V_{CC}=9V, pa su naponi okidanja komparatora u NE555 V_{TH}=6V i V_{TL}=3V. Kako je u kolu NTC otpornik čija se otpornost smanjuje sa povećanjem temperature, to će se smanjivati i vremenska konstanta kola, tj. frekvencija izlaznog signala će rasti. U zavisnosti od frekvencije intenzitet zvuka piezoelektrične zujalice [5] biće drugačiji.

Analiziraće se rad kola sa slike 5 od trenutka kada je na izlazu stanje logičke „1“. To znači da je PNP tranzistor 2N3906 [6] zakočen, pa se kondenzator C1 prazni preko NTC otpornika i unutrašnjeg NPN tranzistora. Za vreme pražnjenja kondenzatora flip – flop je u reset stanju, pa je na njegovom izlazu napon logičke „0“ i NPN tranzistor 2N3904 [7] je zakočen.

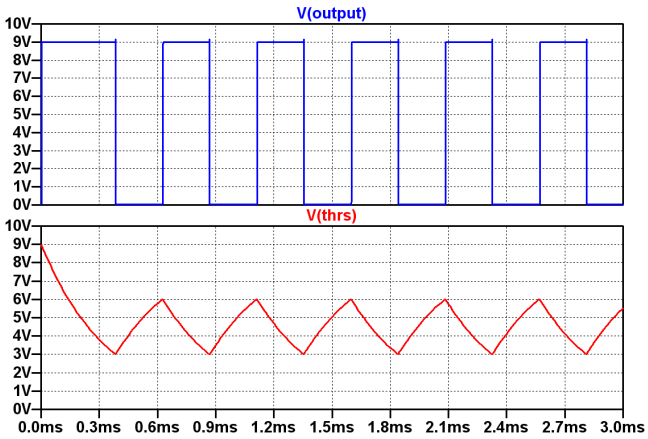
Kada napon na kondenzatoru dostigne V_{TL}, flip – flop NE555 kola prelazi u stanje set, tj. na ulaz NPN tranzistora dolazi napon logičke „1“ pa počinje da vodi i napon na izlazu detektora opada na nizak naponski nivo. To znači da se uključuje PNP tranzistor, počinje punjenje kondenzatora C1. Unutrašnji NPN tranzistor je zakočen. Kondenzator C1 puni se dok se ne dostigne napon V_{TH}, kada okine komparator 1, na izlazu kola NE555 je napon logičke „0“, tj. na izlazu je napon logičke „1“. Ciklus se potom ponavlja, a kolo ima funkciju astabilnog multivibratora.



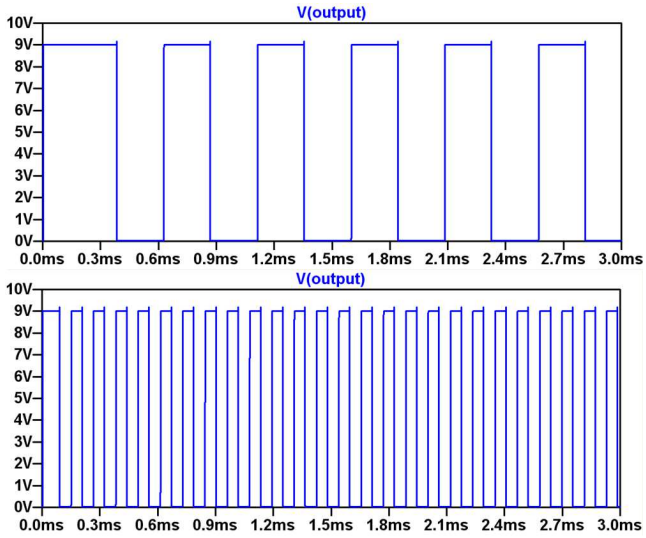
Slika 5. Električna šema detektora temperature

D. Simulacija kola i izrada laboratorijskog prototipa

Za simulaciju je korišćen program *LT Spice IV* [8]. Rezultati simulacije prikazani su na slici 6, sa koje se vidi napon na kondenzatoru C1 i napon na izlazu kola. Može se uočiti da kada se kondenzator prazni na izlazu je napon logičke „1“, a kada se puni napon logičke „0“. Na slici 7 dati su rezultati simulacije izlaznog napona na sobnoj temperaturi (gore) i na 60°C (dole).

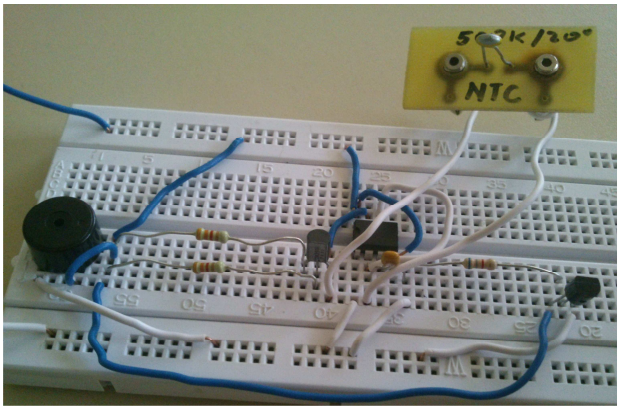


Slika 6. Rezultat simulacije – napon na kondenzatoru C1(V(thrs)) i izlazni napon(V(output))



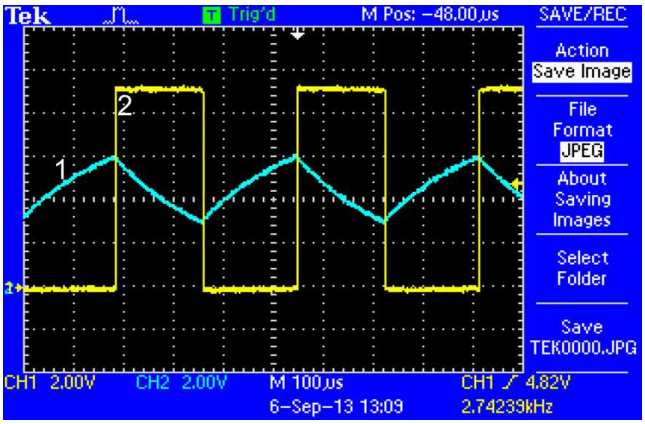
Slika 7. Rezultati simulacije – gore: izlazni napon na sobnoj temperaturi, dole: izlazni napon na 60°C

Uređaj je realizovan na proto ploči, kao što je prikazano na slici 8.

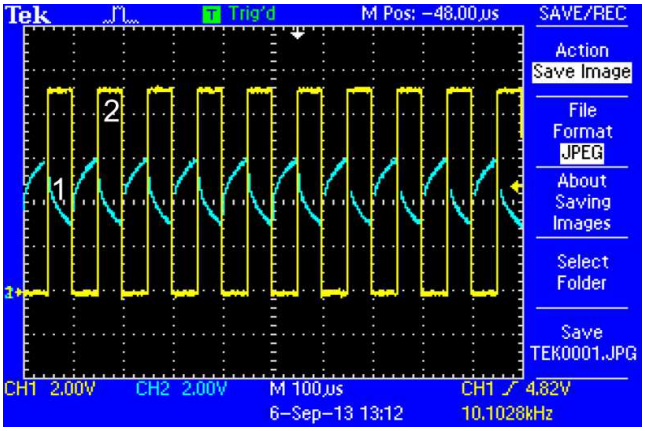


Slika 8. Detektor temperature realizovan na proto ploči

Korišćenjem osciloskopa izmereni su naponi na kondenzatoru i izlazu kola i dobijeni rezultati su prikazani na slikama 9 i 10. Signali sa slike 9 su rezultat merenja kada se NTC otpornik nalazi na sobnoj temperaturi. Sa povećanjem temperature na NTC-u povećaće se i frekvencija izlaznog signala. Signali sa slike 10 su rezultat merenja kada je NTC otpornik na 40°C. U ovom kolu to konkretno znači da će zujalica koja je priključena na izlazu davati jači zvuk sa porastom temperature.



Slika 9. Rezultati sa osciloskopa – 1. Napon na kondenzatoru, 2. Izlazni napon na sobnoj temperaturi



Slika 10. Rezultati sa osciloskopa – 1. Napon na kondenzatoru, 2. Izlazni napon na 40°C

III. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena jedna od realizacija NE555 kola. Projektovani uređaj može se koristiti kao alarmni sistem za kućnu upotrebu. Sam uređaj može se u finalnom obliku realizovati na štampanoj ploči. Pored zujalice, za indikaciju temperature mogu se koristiti i LED diode. Ostavljena je mogućnost nadogradnje. Na primer, moguća je komparacija temperature sa referentnom i indikacija raznobojnim LED-ovima u zavisnosti od temperaturnog opsega.

ZAHVALNICA

Autor rada se zahvaljuje dr Danijelu Danković, dr Vojkanu Davidović i Milošu Marjanoviću na odvojenom vremenu i nesebičnoj pomoći pri realizaciji projekta kao i svim profesorima sa Katedre za mikroelektroniku za znanje stečeno tokom studija.

LITERATURA

[1] Stojan Ristić, "Elektronske komponente", *Elektronski fakultet Niš*, 2011,pp. 49. [On Line]. Dostupno na : http://mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs/files/ELEKTRONSKE%20KOMPONENTE-2011.pdf

[2] NE555, datasheet, *Phillips Semiconductors*. [On line]. Dostupno na: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17972/PHILIPS/NE555.html

[3] Z. Prijić, Analogna mikroelektronika, predavanja, 2012. [On Line]. Dostupno na: mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs

[4] N. Lekić, Digitalna elektronika, Tajmer NE555, slajdovi. [On Line]. Dostupno na: www.etf.ac.me

[5] Piezzoelectronic Buzzer, datasheet, TDK. [On Line]. Dostupno na: https://www.tdk.co.jp/tefe02/ef532_ps.pdf

[6] 2N3906, datasheet, *Fairchild Semiconductors*. [On Line]. Dostupno na: http://www.fairchildsemi.com/ds/2N/2N3906.pdf

[7] 2N3904, Datasheet, *Fairchild Semiconductor*, 2011. [On Line]. Dostupno na: www.fairchildsemi.com

[8] LT Spice IV, software. [On Line]. Dostupno na: www.linear.com/designtools/software

Obrtni LED displej

M. Đorđević, M. Savić, A. Vulović

Sadržaj – U ovom radu je prikazan obrtni LED displej realizovan pomoću ultrasvetlećih crvenih LED dioda, mikrokontrolera PIC18FXXXX familije i radio veze. Pomoću ovog displeja, moguće je prikazivanje monohromatskih slika, analognog i digitalnog časovnika i ispisivanje teksta.

I. UVOD

Sam rad je podeljen na dve osnovne celine, a to je hardverski i softverski deo, gde se hardverski deo deli na takođe dva dela, a to su propeler sa mikrokontrolerom PIC18F2515 [1] i radio veze [2] izvedene pomoću transivera RFMST-TR2500 [3] i baza koju čine deo za napajanje i deo za koji šalje podatke preko transivera RFMST-TR2500 i mikrokontrolera PIC18F2550 [4]. Displej može prikazivati monohromatske slike, analogni i digitalni časovnik, kao i prikazivanje pokretnog i nepokretnog teksta. Softverski deo je pisan u Protonu [5], MikroC-u [6] i C# [7].

II. PRINCIP RADA

Obrtni LED displej kao što je navedeno u uvodu sastoji se iz hardverskog i softverskog dela.

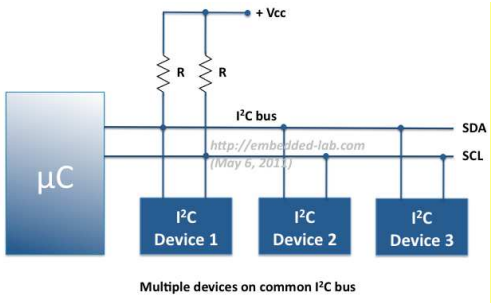
A. Hardware

Hardware se sastoji iz propelera (deo zadužen za iscrtavanje samog displeja) i baze (deo zadužen za napajanje, kontrolu motora i slanje podataka na propeler).

A1. Propeler

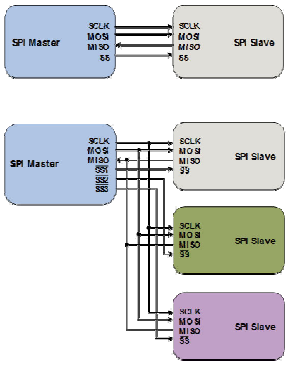
Propeler sadrži 40 ultrasvetlećih crvenih LED dioda dimenzije 3 mm, mikrokontrolera PIC18F2515, transivera za radio vezu, flash memorije EEPROM Atmel AT45DB081D [8] sa 8 Mbit-a memorije, RTC-a PCF8563 [9], fototranzistor IRE5 [10] i pomeračkih registara 74HC595D [11]. Mikrokontroler PIC18F2515 je korišćen iz razloga što poseduje mogućnost korišćenja I2C [12] i SPI [13] magistrale i dovoljan broj I/O pinova.

I2C magistrala se koristi za povezivanje flash memorije i mikrokontrolera, dok se SPI magistrala koristi za povezivanje mikrokontrolera sa RTC-om. I2C ("Inter-Integrated Circuit"), omogućuje dobru podršku za komunikaciju sa različitim sporijim periferijskim jedinicama u sistemima gde se potreba za njihovom upotrebom javlja povremeno. Fizički I2C magistrala sadrži samo dve linije signala i to: SLC(Serial CLock) koja se koristi za prenos taktnog signala i liniju SDA (Serial DAta) za prenos podataka. Ilustracija rada I2C magistrale data je na slici 1.



Slika 1. I2C magistrala – princip rada.

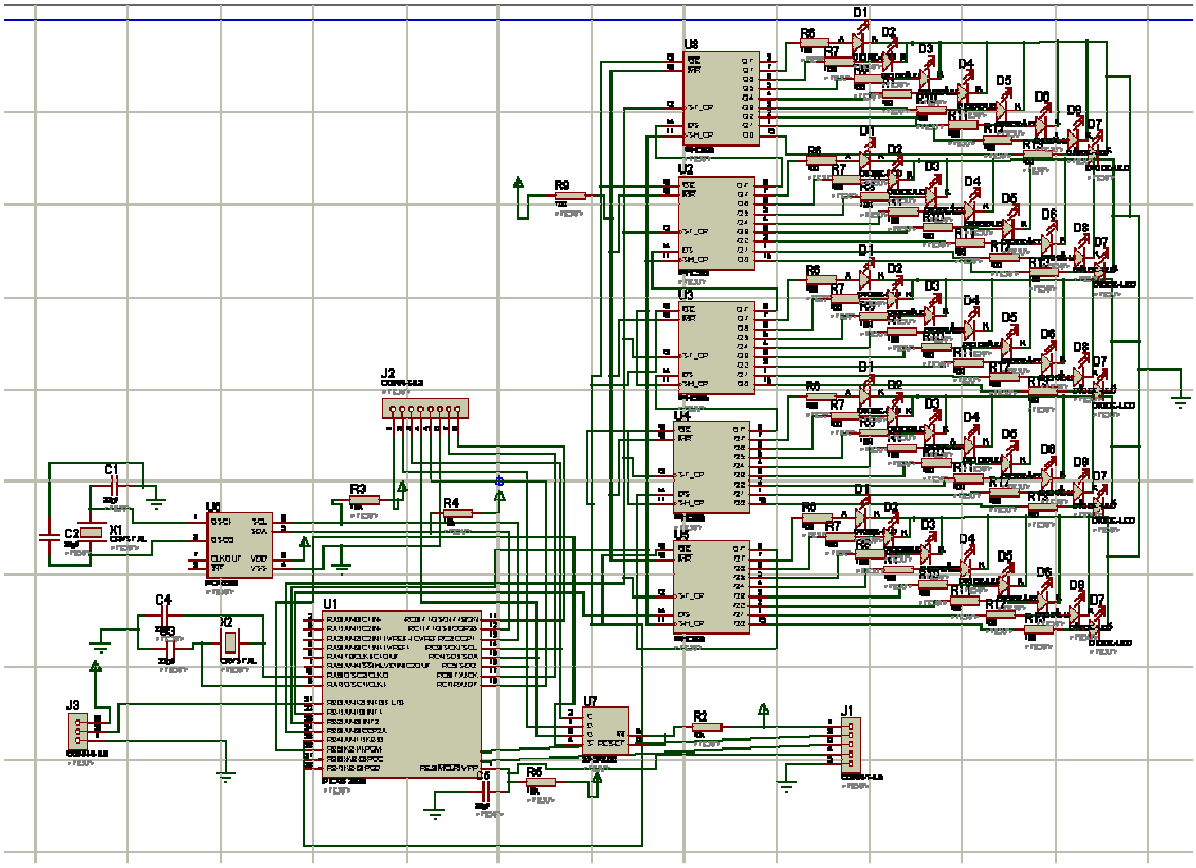
Pri SPI prenosu, podaci se šalju preko pomeračkog registra sa serijskim izlazom, a primaju preko pomeračkog registra sa serijskim ulazom. U bilo kom trenutku može da postoji jedan master, kako bi se osigurala ispravna komunikacija. Kao što je prikazano na slici 2 potrebne su 4 linije, odnosno za SPI komunikaciju koriste se 4 pina: MOSI (Master Output Slave Input), MISO (Master Input Slave Output), SCK (SPI Clock) i SS (Slave Select).



Slika 2. SPI magistrala - princip rada.

Električna šema propelera je data na slici 3. Šema je rađena u programskom paketu Proteus Profesional [14], tačnije u alatu za izradu električnih šema ISIS Profesional [15].

M. Đorđević, M. Savić i A. Vulović, sa smera Mikroelektronika 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



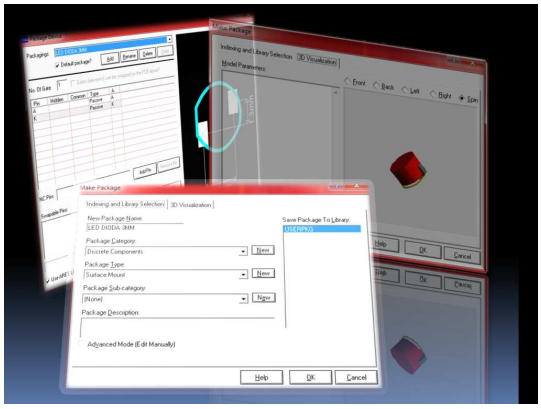
Slika 3. Električna šema propelera.

Kao što se vidi sa električne šeme (slika 3), 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 do adrese željene diode. Na kontroler je, kao što je navedeno, vezan transiver. Preko transivera se podaci sa kontrolera na bazi koji takođe preko transivera prenose do kontrolera na propeleru. Fleš memorija sadrži brojeve predviđene za analogni i digitalni časovnik, kao i slova za ispis teksta, odakle se ovi podaci pozivaju zavisno od moda u kome radi.

Ovaj mikrokontroler umnožava 4 puta vrednost kvarcnog kristala, koja u ovom slučaju iznosi 10 MHz. Holov senzor se ovde koristi za određivanje početne pozicije iscrtavanja slike, tj. za sinhronizaciju same slike.

Štampana ploča samog propelera je rađena korišćenjem alata za izradu PCB-a, u ARES Profesional-u [16], takođe iz programskog paketa Proteus Profesional. Kako neke komponente nisu imale *footprint* u biblioteci ARES-a, bilo je neophodno nacrtati ih i povezati ih sa ISIS-om, kako bi se automtski prepoznale same komponente i bilo moguće povezivanje istih.

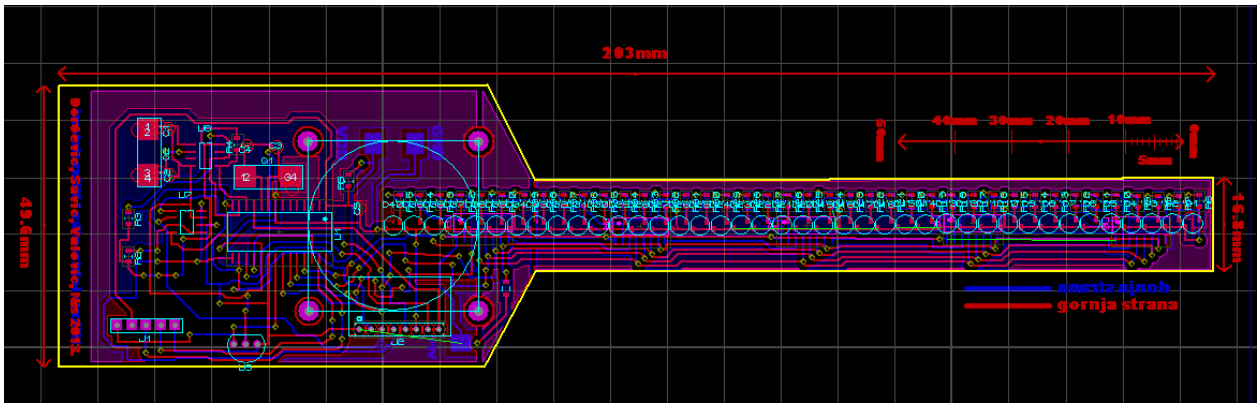
Na slici 4, je predstavljeno crtanje LED diode (ISIS), tj. footprinta same LED diode i povezivanje sa ARES-om, naravno neophodno je prethodno konsultovati *datasheet* (dokumenta sa opisom



Slika 4. Crtanje i povezivanje komponenata (ISIS i ARES)

komponente) radi dimenzija same LED diode. Isto važi za ostale komponente koje su zahtevale crtanje i povezivanje simbola i footprinta. Ono što je takođe veoma bitno kod izrade štampanih ploča je i način na koji se izrađuju. U ovom slučaju je rađeno fotopostupkom, tako da je bilo moguće raditi sa tanjim linijama na PCB-u. Konkretno ovde je opseg debljina linija bio od T20 (milsa) do T40. Kako su i dimenzije same štampane ploče propelera bitne pri radu, bilo je neophodno raditi dvoslojnu ploču, tj.

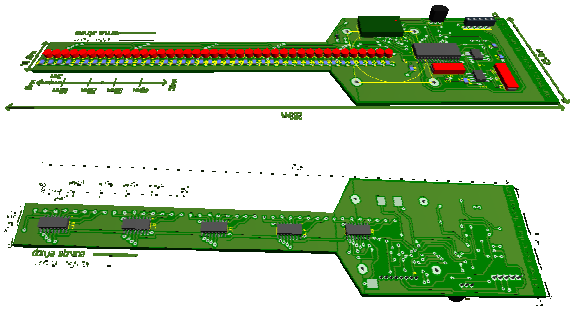
postoje linije sa gornje i donje strane štampane ploče. Kompletna štampana ploča je data na slici 5.



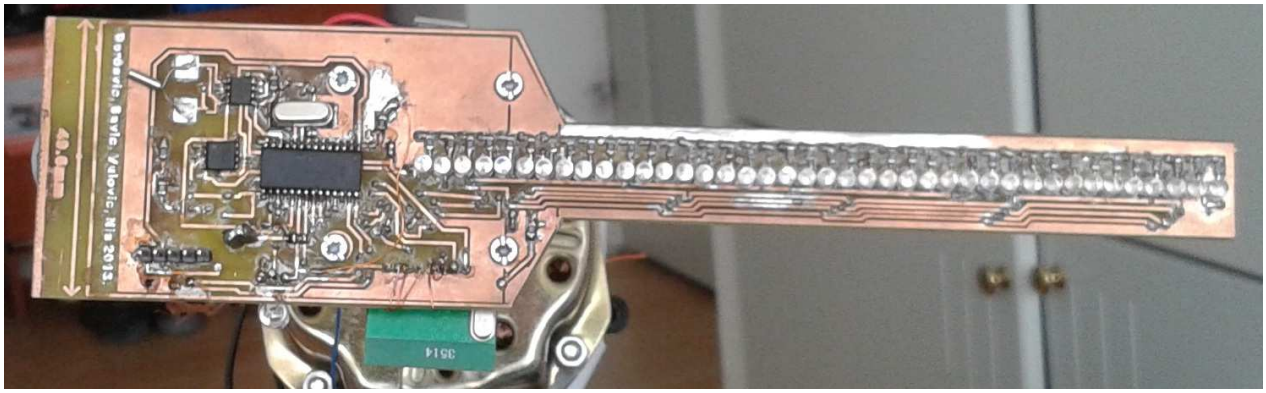
Slika 5. PCB layout propelera.

Kako se može videti na slici 5, dimenzije ploče su 20,3 cm x 4,96 cm. Takođe se mogu oučiti površine koje će pored samih linija nakon izrade sadržati bakar, iz bezbednosnih razloga kako bi se same linije zaštitile, tj. kako nebi došlo do suvišnog nagrizanja i kidanja istih. Može se videti i nekoliko *via* čije su dimenzije V40 (milsa). Takođe se vide i 4 rupe za montažu na deo baze vezan za napajanje. 3D model štampane ploče propelera je dat na slici 6.

Praktično realizovana ploča propelera, nakon fotopostupka, nagrizanja i lemljenja komponenti, je data na slici 7.



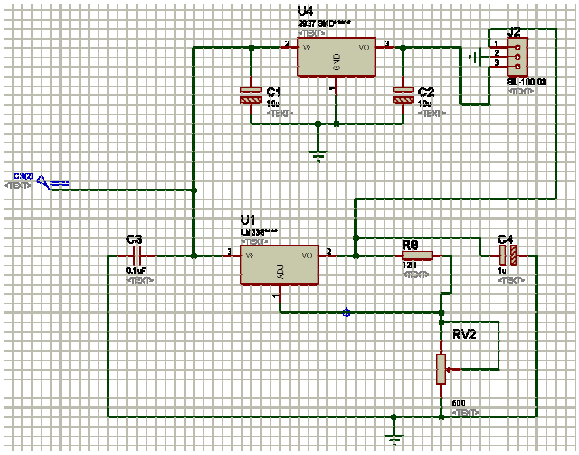
Slika 6. 3D model propelera.



Slika 7. Praktično realizovana ploča propelera.

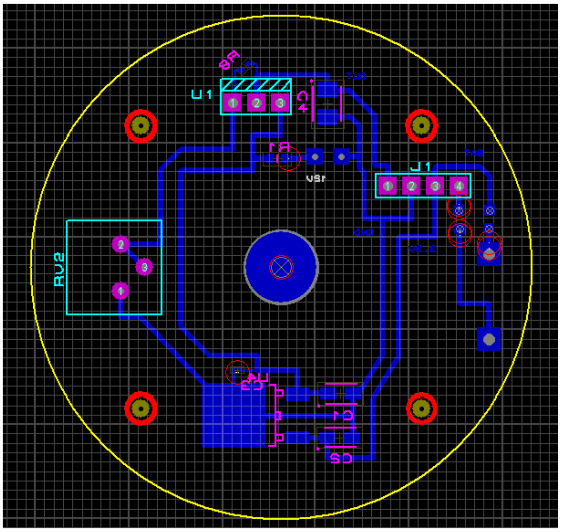
A2. Baza

Bazni deo se sastoji od bloka za napajanje, bloka kojim se vrši kontrolisanje brzine obrtanja motora i bloka koji služi za prenos podataka sa baze na propeler. Blok za napajanje ima prvenstveno ulogu da obezbedi napon koji je neophodan za funkcionisanje bloka propelera. Na ulaz bloka za napajanje je potrebno dovesti jednosmerni napon od 12V. Izlani deo bloka za napajanje se sastoji iz dva dela: prvi deo obezbeđuje izlazni napon od 3.3V, kojim se napaja mikrokontroler bloka propelera; drugi deo predstavlja izlazni napon kojim se reguliše intenzitet osvetljenja dioda. Izlazni napon od 3.3V se dobija preko regulatora TS 2937 [17] koji obezbeđuje stabilan napon. Na ulaz i izlaz regulatora TS 2937 su postavljeni filtarski tantal kondenzatori od po 10uF. Intenzitet osvetljenosti dioda se kontroliše pomoću dela za regulaciju. Ovaj deo u osnovi sačinjava regulator LM 338 [18], firme Texas Instruments, kojim se može menjati izlazni napon. LM 338 može da radi u opsegu napona od 1.2V do 32V. Promena napona se vrši pomoću trimer potenciometra od 500Ω koji je vezan za Adjustable pin regulatora LM 338. Napon se menja u opsegu od 1.2V do 7V. Između Adjustable i izlaznog pina je postavljen otpornik od 120Ω.



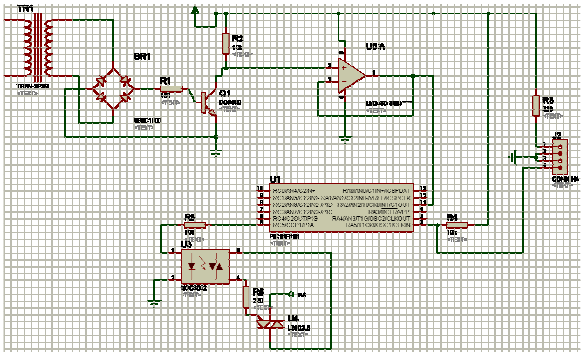
Slika 8. Električna šema bloka za napajanje.

Na ulazni deo regulatora je postavljen keramički kondenzator od 0.1uF, dok je na izlazu elektrolitski kondenzator od1uF. Električna šema je rađena u softverskom alatu ISIS Professional, koji predstavlja deo programskog paketa Proteus.



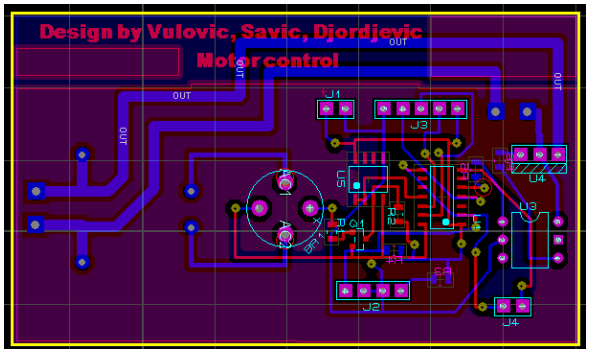
Slika 9. PCB layout bloka za napajanje.

Blok za regulaciju brzine obrtanja motora obezbeđuje konstantan broj obrtaja koji su unapred softverski definisani. Za softverski deo ovog bloka zadužen je kontroler PIC 16F616 [19]. Ovo je 8 – bitni CMOS mikrokontroler. Operativan je u opsegu napona od 2V do 5.5V. U okviru programskog dela se unapred zadaje željeni broj obrtanja. Promena brzine obrtanja se postiže ponovnim programiranjem mikrokontrolera. Na T1CKI/CLKIN pin mikrokontrolera je vezan optički senzor. Njegova uloga je da daje informacije o trenutnoj brzini obrtanja motora. Kontroler stalno prati trenutnu brzinu obrtanja i u slučaju promene redukuje brzinu rada motora.



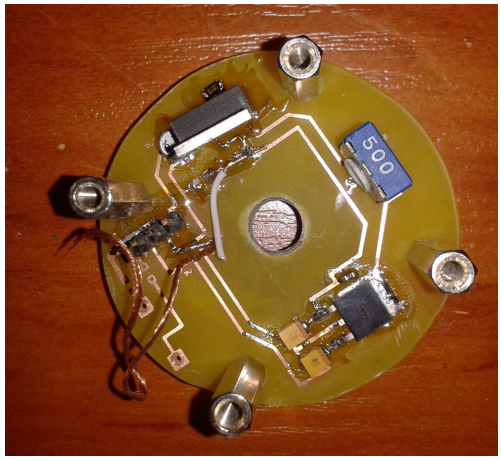
Slika 10. Električna šema bloka za regulaciju motora.

Ulazni deo se sastoji od transformatora, na čiji se ulaz dovodi napon iz gradske mreže od 220V. Naizmenični napon se sa izlaza transformatora vodi na Grecov ispravljač. Napajanje kontrolera i ostalih komponenti u kolu se obezbeđuje preko jednosmernog napona od 5V. Na RC5 pin mikrokontrolera je vezan optokapler MOC 3052 [20]. Optokalper je u sprezi sa trijakom, preko koga se menja vrednost napona koji se vodi direktno do motora.

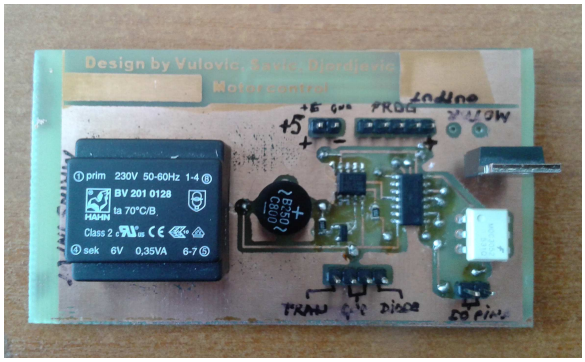


Slika 11. PCB layout bloka za regulaciju motora.

Praktično realizovane ploče bloka za napajanje i regulaciju, date su na slikama 12. i 13. respektivno.



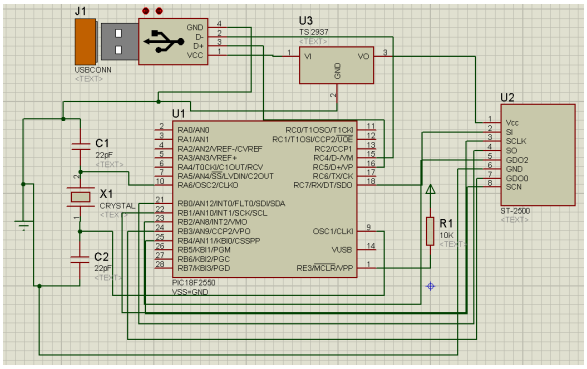
Slika 12. Praktično realizovana ploča bloka za napajanje.



Slika 13. Praktično realizovana ploča bloka za regulaciju motora.

Blok za prenos podataka služi da prenese podatke sa baze, tj. sa kontrolera koji preko USB-a prima podatke, na propeler transiverom RFMST-TR2500. Podaci koji se sa kontrolera na bazi prenose na propeler, koriste se za iscrtavanje slike. Ovaj vid komunikacije umnogome olakšava rad celog sistema Obrtnog LED displeja, jer nije neophodno zaustavljati ceo sistem radi programiranja kontrolera, kako bi se prikazao drugi mod rada, već prilikom rada, tj. obrtanja propelera, podaci se sa računara USB-om nesmetano prenose i pamte u memoriji kontrolera.

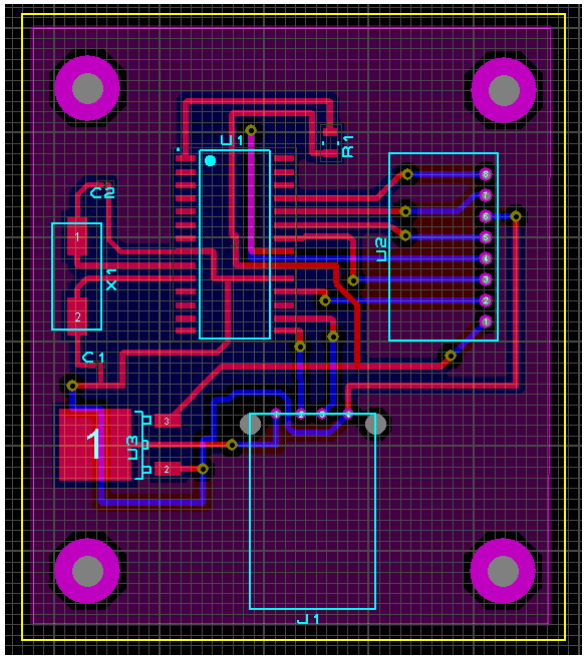
Sam ovaj blok se napaja preko USB-a, gde se pin za napajanje sa USB-a vodi na TS 2937, odakle se dalje razvodi napajanje potrebno za rad čitavog bloka. Kvarcni kristal je u vrednosti 8 MHz. Električna šema ovog bloka za prenos podataka je dat na slici 14., dok su PCB i 3D model dati na slikama 15 i 16, respektivno.



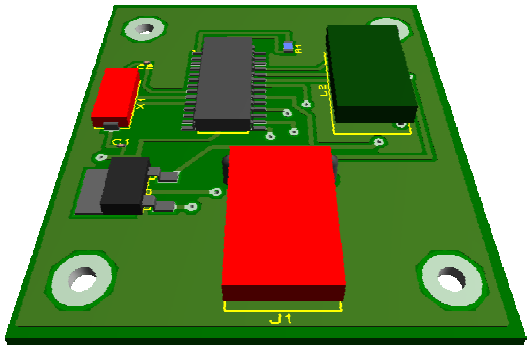
Slika 14. Električna šema bloka za prenos podataka

B. Software

Korisnički interfejs se sastoji od C# aplikacije pomoću koje se generišu podaci za upravljanje ispisom na obrtnom displeju, podaci koje treba ispisivati i podaci za ostale namene. Veza računara sa predajnom bazom se ostvaruje putem USB komunikacije. Podaci se prenose u paketima dužine 64 bajta. RF transiver sa cc25500 čipom koji je konfigurisan kao predajnik ove pakete šalje prijemnom transiveru na obrtnom delu. Mikrokontroler na osnovu bajta koji određuje tip i namenu prenetih podataka preduzima dalje korake. Ispis na displeju se kontroliše u interapt rutini koju aktiviraju dva izvora, tajmer 1 i opadajuća ivica napona na pinu RB0. Na osnovu broja obrtaja vrši se setovanje tajmera koji daje vremenski trenutak u kome treba da se desi ispis. Interapt na RB0 pinu se koristi za sinhronizaciju slike. Za svaki obrtaj se izvrši 240 upisa u pomeračke registre na izlazu. Postoje modovi rada za prikaz analognog i digitalnog časovnika, prikaz pokretnog teksta i bitmap slike.



Slika 15. PCB layout bloka za prenos podataka.



Slika 16. 3D model bloka za prenos podataka.

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Kompletno realizovan obrtni LED displej, dat je na slikama 18-21.

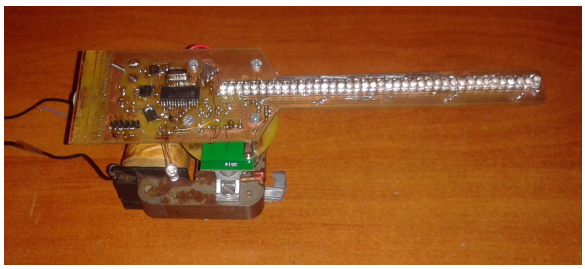
IV. ZAKLJUČAK

Kako se iz rada može videti, spoj nekoliko interesantnih delova elektronike, kao što su mikrokontroleri i RF komunikacija, zaokruženo

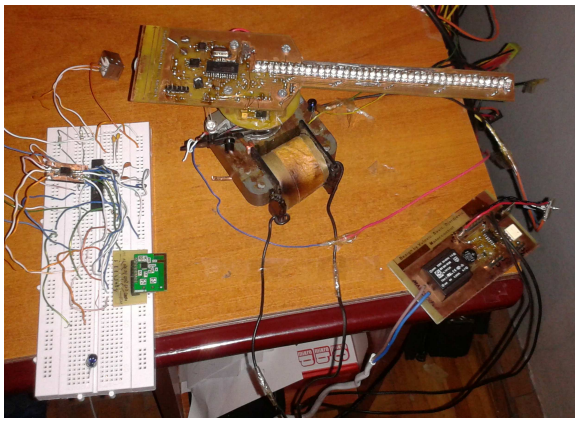
realizacijom PCB-a i programiranjem mikrokontrolera, može dati dosta zanimljive rezultate. Jedan od takvih rezultata je i realizovani *Obrtni LED Displej*.

V. ZAHVALINICA

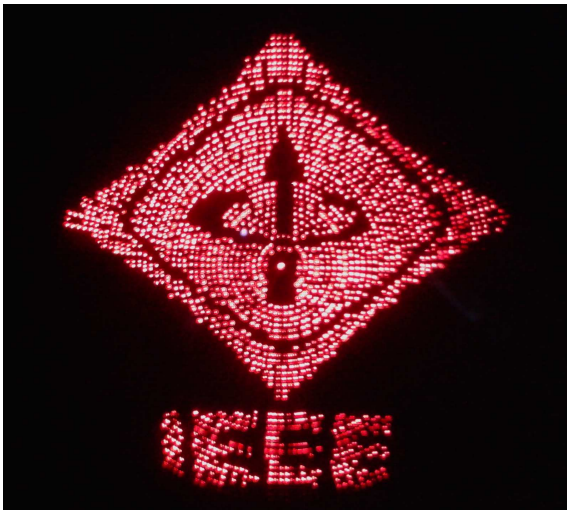
Projekat rađen u okviru izrade diplomskog rada. Autori se zahvaljuju mentoru prof. dr Aneti Prijić, prof. dr Zoranu Prijiću i asistentu dr Danijelu Dankoviću, kao i osoblju M&G Electronic centra.



Slika 18. Propeler montiran na motor zajedno sa blokom za napajanje



Slika 19. Kompletno realizovan *Obrtni LED Displej*



Slika 20. Logo IEEE



Slika 21. Logo Elektronskog fakulteta

LITERATURA

[1] PIC18F2515, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://datasheet.octopart.com
[2] RF komunikacija, članak, [On Line]. Dostupno na: http://www.engr.sjsu.edu
[3] Transiver ST-2500, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.icdistribution.net
[4] PIC18F2550, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com
[5] Proton IDE, [On Line]. Dostupno na: http://www.protonbasic.co.uk
[6] MikroC, Manual, [On Line]. Dostupno na: http://www.mikroe.com/pdf/mikroc/mikroc_manual.pdf
[7] C# (C sharp), Tutorial, [On Line]. Dostupno na: http://www.ssw.unilinz.ac.at
[8] EEPROM Atmel, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.adestotech.com
[9] RTC PCF8563, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.nxp.com
[10] Fototranzistor IRE5, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.bucek.name/pdf/ire5.pdf
[11] Pomerački registar 74HC595D, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.nxp.com
[12] I2C magistrala, članak, [On Line]. Dostupno na: http://milan.milanovic.org
[13] SPI magistrala, članak, [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/spi.pdf
[14] Proteus Profesional, [On Line]. Dostupno na: http://www.labcenter.com/index.cfm
[15] ISIS Profesional, [On Line]. Dostupno na: http://www.labcenter.com
[16] ARES Profesional, [On Line]. Dostupno na: http://www.labcenter.com
[17] Regulator TS2937, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.alldatasheet.com
[18] Regulator LM138, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.ti.com
[19] PIC 16F616, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com
[20] Optokapler MOC3052, Datasheet, [On Line]. Dostupno na: http://www.plaquetodo.com

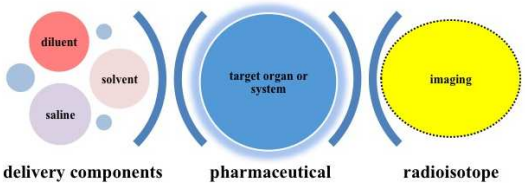
Primena Gajger-Milerovog brojača Inspector EXP za određivanje koeficijenta apsorpcije materijala i aktivnosti radioaktivnog izvora

M. Beljić, M. Đorđević, M. Savić, E. Živanović

Sadržaj – U ovom radu je opisan princip rada Gajger-Milerovog brojača i njegova efikasnost pri detekciji čestica. Detaljno je opisana električna šema Gajger-Milerovog brojača, sa osvrtom na opis brojača Inspector EXP koji je korišćen pri izradi ekperimenta. Cilj rada je primena brojača Inspector EXP za određivanje koeficijenta apsorpcije aluminijuma, kao i aktivnosti radioaktivnog izvora cezijuma ^{137}Cs.

I. UVOD

Radioaktivni izotopi su našli veliku primenu u medicini, pre svega najviše u farmaciji. Neki od najpoznatijih radioizotopa su galijum ^{67}Ga, indijum ^{111}In, jod ^{123}I i jod ^{131}I [1,2]. Od svih navedenih najopasniji je jod ^{131}I, koji se taloži u štitnoj žlezdi. Radiofarmaceutici imaju primenu u kardiologiji, onkologiji i neurologiji. Postoji više uređaja za merenje jačine radioaktivnog izvora, a jedan od njih je Gajger-Milerov brojač. Na slici 1. prikazana je interakcija živog organizma i radiofarmaceutika.



Slika 1. Interakcija živog organizma i radiofarmaceutika

U prvom delu rada dat je princip rada Gajger-Milerovog brojača i opisana njegova efikasnost detekcije čestica. U nastavku je prikazan opis brojača Inspector EXP koji je korišćen pri izradi eksperimentalnog dela ovog rada uz opis principijelne šeme brojača. Dalje su dati su rezultati i princip određivanja koeficijenta apsorpcije aluminujuma tabelarno i grafički. Korišćenjam eksperimentalnih rezultata brzine apsorbovane doze dobijenih brojačem Inspector EXP određena je aktivnost radioaktivnog izvora cezijuma korišćenjem empirijskih formula preuzetih iz literature.

M. Beljić, sa odseka Farmacija, Medicinski fakultet u Nišu, Zorana Đinđića 81, 18000 Niš, Srbija

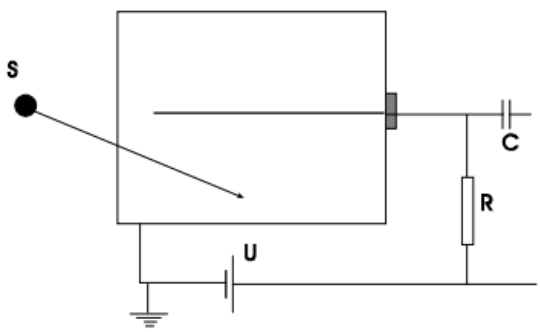
M. Đorđević i M. Savić, sa smera Mikroelektronika i Mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

E. Živanović, asistent na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

II. PRINCIP RADA GAJGER-MILEROVOG BROJAČA

Na slici 2. je prikazana osnovna šema povezivanja detektujućeg elementa Gajger-Milerovog brojača. Brojač se obično sastoji od robusnog metalnog kućišta zatvorenog u tankoj staklenoj cevi. Šuplje metalno kućište ima ulogu katode. Volframova žica smeštena je duž ose cevi i ima ulogu anode. Cev je delom ispunjena mešavinom 90% argona i 10% alkohola. Na jednom kraju cevi sa tankim prozorom je stavljen liskun da dozvoli ulazak zračenja u cev [3,4].

Pod dejstvom zračenja sa katode se oslobađaju elektroni koji u bliskoj oblasti oko anode formiraju lavinu u kojoj dobijaju dovoljno energije da jonizuju dodatne molekula gasa. Kad se elektron približi žici - anodi, na udaljenost manjoj od milimetra, električno polje je dovoljno jako da između dva sudara elektron primi dovoljno energije da u sledećem sudaru izvrši jonizaciju molekula sa kojim se sudario.



Slika 2. Osnovna šema povezivanja detektujućeg elementa Gajger-Milerovog brojača

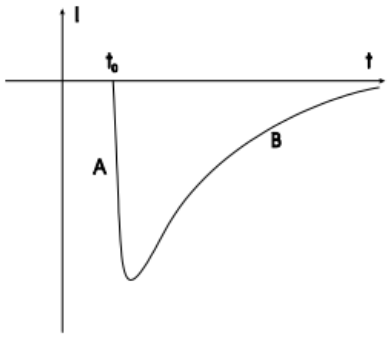
Dva elektrona sada nastavljaju zajedno da se kreću u narednom sudaru izbacuju još dva elektrona, itd. Na taj način dolazi do naglog umnožavanja broja jona. Ova pojava se naziva efektom „gasne multiplikacije“ ili pojačanja koja je ključna da bi se od jednog jonizacionog događaja dobio značajan izlazni impuls. Kada se impuls izbroji, naelekrisani joni se neutralizuju nakon čega je GM brojač spreman da prihvati drugu porciju zračenja.

A. Efikasnost GM brojača

Efikasnost brojača u najužem smislu reči (tzv. unutrašnja efikasnost) definiše se kao verovatnoća da će čestica biti detektovana ako je dospela unutar brojača i predstavlja odnos broja čestica zračenja koje su detektovane i broja onih koje su pale na brojač.

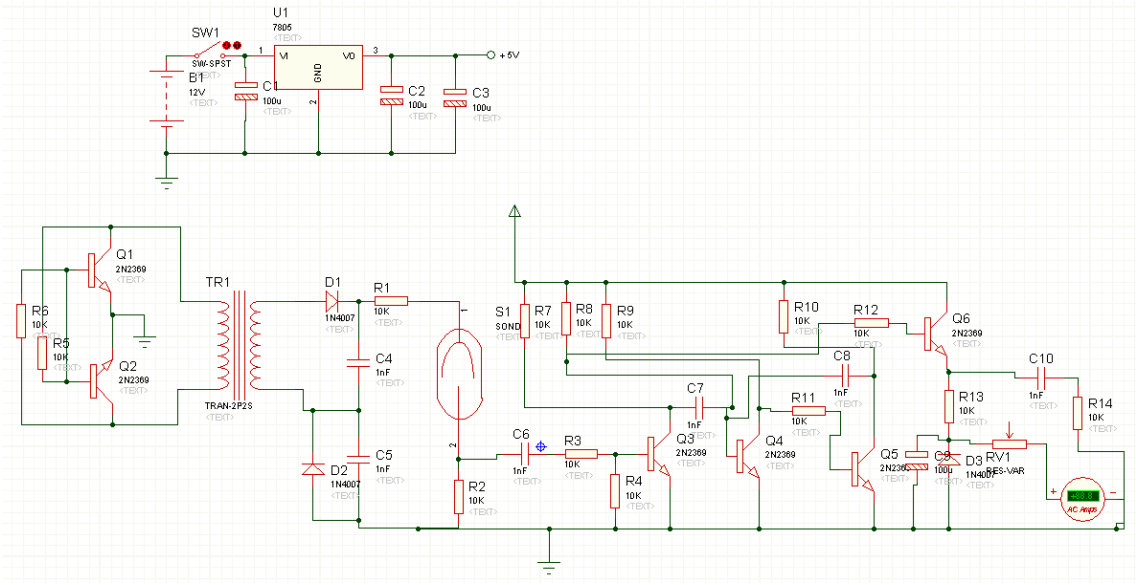
Efikasnost GM cevi je relativno mala jer se kao absorber energije koristi gas. Molekuli gasa nisu gusto raspoređeni tako da većina zračenja prođe kroz cev bez interakcije sa gasom. GM brojač može da detektuje sva tri tipa čestica, ali najveću efikasnost ima u slučaju beta čestica. Postoje dva tipa GM cevi, a to su: GM cev sa prozorom i cev bez prozora.

Cevi sa tankim prozorom imaju veoma visoku efikasnost za visokoenergetsko beta zračenje, koje se smanjuje kako se energija zračenja smanjuje usled slabljenja koje uvodi prozor. Alfa čestice se takođe oslabljuju prozorom. One imaju u vazduhu najveći domet od oko 50 mm, tako da prozor cevi mora da bude što bliže izvoru zračenja. Ukupno slabljenje predstavlja zbir slabljenja u vazduhu i kroz prozor, tako da prozor mora da ima gustinu od 1,5 do 2 mg/cm^2 da bi se postigla prihvatljiva efikasnost detekcije. Efikasnost za gama zrake je znatno manja. Na slici 3. je prikazan oblik izlaznog impulsa iz GM brojača.



Slika 3. Oblik impulsa iz Gajger – Milerovog brojača: A- porast impulsa izazvan sakupljanjem velikog broja elektrona u kratkom intervalu vremena. B- rep impulsa izazvan sakupljanjem sporih pozitivnih jona.

Na slici 4. je data električna šema GM bojača. Od svih gasnih detektora Gajger-Milerov brojač ima najveću osetljivost i daje najveći izlazni impuls. Dovoljno je da čestica proizvede koji par jona u aktivnoj sredini, pa da se dobije impuls od 0,1-1 V. Međutim, impuls je isti za sve čestice, bez obzira na njihove energije, što znači da GM brojač ne može da radi kao spektrometar.

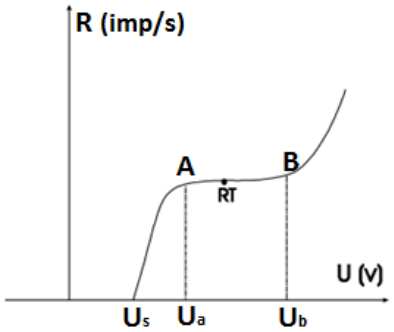


Slika 4. Principijelna šema Gajger–Milerovog brojača

Tranzistori T1 i T2 zajedno sa transformatorom Tr1 čine pretvarač napona koji napon napajanja (baterije) pretvara u naizmenični napon od oko 200 do 250 V (zavisno od napona baterije). Diode D1 i D2 sa kondenzatorima C1 i C2 čine udvostručivač napona (kaskadu) čime se dobijeni naizmenični napon ispravlja i udvostručava njegovu vrednost na 400 do 500 V, koliko je potrebno za rad cevi. Kako je potrošnja zanemarljivo mala za filtriranje napona dovoljne su vrednosti kondenzatora C1 i C2 od 33 do 100 nF. Treba napomenuti da kondenzatori moraju biti za radni napon od 400 V i veći. Otpornik za ograničenje struje cevi kod prolaza čestica ima vrednost 5,6 MΩ. Za napajanje je uzet mrežni transformator koji na sekundaru daje od 2 – 6 V (veličina je bitna zbog prostora u uređaju). Tranzistori su tipa NPN sa naponom većim od 40 V (BD-139). Otpornik R4 (100 kΩ) služi kao radni

otpornik sa koga se uzima signal za dalju obradu. Strujni impuls kroz cev stvara na njemu napon od nekoliko volti što je sasvim dovoljno za sve primene. Na izlazu se priključuje pojačavač i na njegovom izlazu će se svaki prolaz čestice detektovati kao jedan udarac ("tup"). Broj udaraca u sekundi je tada mera veličine zračenja. Preko otpornika od 2,2 kΩ i zvučnika (4 - 16 Ω) puni se elektrolitski kondenzator vrednosti 3,3 μF (1 - 5 μF). U trenutku nailaska impulse provede tiristor Th i kondenzator se isprazni preko njega. Struja pražnjenja protiče kroz zvučnik i u njemu se javlja dosta snažan zvučni impuls. Za veće zračenje broj impulsa postaje sve veći i nakon nekog iznosa procena postaje nemoguća. Zbog toga se ubacuje instrument kojim će se kvantitativno očitati iznos zračenja.

Na slici 5. je dat grafik zavisnosti brojanja od napona između elekroda. Pri malim naponima ne postoji detekcija zato što je polje preslabo. Kako se napon povećava, počinje da se dobija signal na izlazu. Napon pri kojem brojač počinje da broji se naziva startujući potencijal [5-7].



Slika 5. Plato Gajger – Milerovog brojača

Brzina brojanja naglo raste sa povećanjem napona. Posle ovog brzog porasta, brzina brojanja se ujednačava. Ovaj region se korsti u normalnom radu brojača (oblast platoa).

III. OPIS BROJAČA INSPECTOR EXP

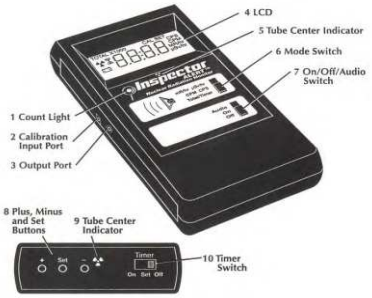
U ovom radu je korišćen Gajger-Milerov brojač – Inspector EXP [8]. Slika korišćenog uređaja GM brojača, je data na slici 6.

Ovim uređajem se može meriti alfa, beta i gama zračenje. Korišćenjem ovog uređaja može se otkriti i meriti površinska kontaminacija i pratiti moguće izlaganje zračenju prilikom rada sa radionuklidima. Svojim zvučnim alarmom detektor upozorava ako se povećava nivo radijacije u odnosu na podešen nivo. Pored toga, može prikazati kontaminaciju životne sredine i otkriti postojanje plemenitih gasova i radionuklida niskih energija.



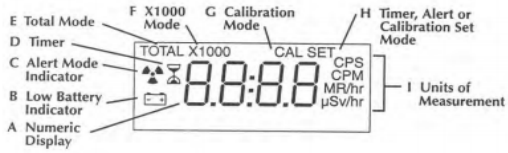
Slika 6. Inspector EXP

Uređaj (slika 7.) omogućuje prikazivanje rezultata merenja u različitim jedinicama, kao što su: broj otkucaja u minuti (**CPM** - Count Per Minute) ili po sekundi (**CPS** – Count Per Second) i milirentgen po času (**mR/hr** - miliroentgens per hour) ili konačan broj nakon merenja. U SI sistemu može prikazivati u jedinici mikroSivert po času (**μS/hr** - microSivert per hour).



Slika 7. Funkcionalni delovi uređaja

Uređaj sve rezultate prikazuje na LCD-u prikazanom na slici 8. Određenim prekidačem bira se željena jedinica merene veličine.



Slika 8. LCD ekran GM brojača

Što se tiče samog LCD-a, numerički displej (**A**) prikazuje trenutni nivo zračenja u jedinici navedenoj u režimu podešavanja prekidača. Mala baterija (**B**) se pojavljuje levo od numeričkog displeja da ukaže na nizak napon baterije. Simbol zračenja (**C**) se pojavljuje kada se uključi funkcija obaveštenja. Peščani sat (**D**) se pojavljuje tokom merenja vremena. UKUPNO (**E**) se pojavljuje kada

je uređaj u ukupnom/Timer režimu. Ks1000 (**F**) se javlja kada je nivo zračenja prikazan u Ks1000 režimu. MENI se pojavljuje na displeju dok je korisnik u programskom meniju. CAL (**G**) se pojavljuje dok se kalibrišu obaveštenja uređaja. SET (**H**) se pojavljuje prilikom podešavanja tajmera, nivoa upozorenja, faktora kalibracije. Trenutna jedinica mere prikazuje se sa desne strane numeričkog displeja (**I**) - CPM, CPS, g/h ili μSv/h.

IV. Određivanje koeficijenta apsorpcije aluminijuma i aktivnosti izvora

Kada snop zraka prolazi kroz materiju, njegov intenzitet opada usled apsorpcije. Pri apsorpciji γ zraka dešavaju se različiti efekti, ali je sam proces apsorpcije uvek rezultat međusobnog dejstva između γ kvanta i atoma. Pri apsorpciji snopa γ zraka smanjuje se broj γ kvanta, dok njihova energija ostaje nepromenjena. Verovatnoća apsorpcije γ kvanta srazmerna je debljini sloja x, a koeficijent proporcionalnosti se zove linearni koeficijent apsorpcije μ. Ako se sa I_0 obeleži intenzitet zračenja γ zraka ispred apsorpcionog sloja debljine x, sa I iza sloja, zakon apsorpcije ima oblik:

$$I = I_0 e^{-\mu x}. \quad (1)$$

Ovaj zakon važi za γ zrake iste talasne dužine. Pri izražavanju apsorpcije γ zraka nekada je povoljnije uvođenje debljine sloja $D_{1/2}$ kroz koji intenzitet zračenja opadne na polovinu, tzv. poludebljine, tj.

$$I/I_0 = e^{-\mu D_{1/2}} = 1/2, \quad (2)$$

odnosno

$$D_{1/2} = \ln 2/\mu. \quad (3)$$

Svaki brojač pokazuje izvestan broj otkucaja (impulsa) koji se registruju iako nije izložen zračenju. Ovi otkucaji se pojavljuju usled zračenja radioaktivnih elemenata, koji se u malim primesama nalaze u svim telima, kao i od kosmičkog zračenja. Usled toga se pri merenju GM broječem najpre odredi ovaj spontani broj otkucaja Z_s u nekom interval vremena t. Nakon toga se brojač izloži zračenju i u istom intervalu t izbroji ukupni broj otkucaja Z_t. Razlika ova dva broja $Z = Z_t - Z_s$ predstavlja broj otkucaja izazvan zračenjem. Tako da je broj Z srazmeran intenzitetu γ zračenja, odnosno $I = kZ$.

Na osnovu prethodne konstatacije i obrasca (1) dobija se:

$$Z/Z_0 = e^{-\mu x}. \quad (4)$$

Nakon logaritmovanja jednačine (4), uz poznatu debljinu sloja dobija se obrazac za izračunavanje linearnog koeficijenta apsorpcije

$$\mu = (\ln Z_0 - \ln Z)/x. \quad (5)$$

U eksperimentu je korišćen dozimetar Inspector EXP tako što su na sondu postavljene aluminijumske pločice preko kojih je postavljen radioaktivni izvor cezijuma ^{137}Cs. Eksperiment se vrši tako što se prvo merila brzina apsorbovane doze ($\dot{D}$) samog izvora – sonda direktno izložena radioaktivnom izvoru, a zatim i broj impulsa (Z_s) u trajanju od t = 2 minuta. Nakon toga na otvoru kućišta postavljaju aluminijumske pločice između GM brojača i γ izvora. Aluminijumske pločice su debljine 1 mm (za merenje korišćen nonijus). Merenje broja impulsa se vrši povećanjem debljine pločica, stavljanjem pločica jedne preko druge. U našem eksperimentu korišćeno je 6 aluminijumskih pločica. Rezultati merenja se beleže u tabeli 1, gde je Z_s = 46 imp/min, što predstavlja broj impulsa kada ne postoji izvor zračenja.

TABELA 1
REZULTATI DOBIJENI PRI EKSPERIMTU

x [mm]	Z_t [imp/min]	$\dot{D}$ [μSv/h]	$Z=Z_t-Z_S$ [imp/min]	Z [imp/s]	ln(Z)
0	11980	37,33	11934	198,9	5,29
1	676	2,66	630	10,5	2,35
2	653	2,03	607	10,12	2,31
3	538	1,71	492	8,2	2,1
4	509	1,46	463	7,72	2,04
5	436	1,39	390	6,5	1,87
6	426	1,27	380	6,33	1,85

Na osnovu dobijenih vrednosti za broj impulsa u jedinici vremena za različite vrednosti debljine pločica prikazane su u obliku ln Z = f(x) i Z = f(x) na slikama 9 i 10, redom. Prva zavisnost fitovana je pravom oblika ln$Z$ = 2.47 - 0.11x čijim se presekom sa ln Z-osom procenjuje vrednost ln Z_0 = 2.47 koja se dalje koristi za proračunavanje vrednosti linearnog koeficijenta apsorpcije obrascem (5). Na taj način vrednosti linearnog koeficijenta apsorpcije aluminijuma dobijaju se u opsegu (0.108±0.016) mm^{-1} čija se srednja vrednost poklapa sa koeficijentom pravca prethodno date jednačine prave.

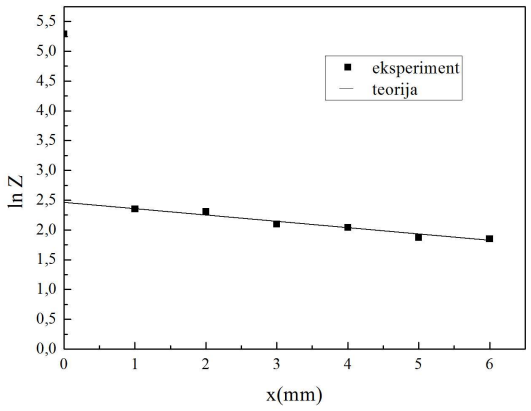
Grafik zavisnosti ln$Z$ = f(x) fitovan je eksponencijalnom funkcijom oblika $Z = 11.03e^{-x/7.73}$ koja dobro fituje eksperimentalne podatke i na osnovu nje dobija se vrednost za linearmni koeficijent apsorpcije 0.129 mm^{-1}. Procenjene vrednosti linearnog koeficijenta za aluminijum i izvor γ zračenja su 4 - 5 puta veće od literaturne vrednosti koeficijenta koja iznosi 0.021 mm^{-1} za energiju γ zračenja od 0.6 MeV, zbog eksperimentalnih grešaka u merenju. Korišćenjem obrasca (3) za poludebljinu aluminijuma dobija se $D_{1/2}$=5.37 mm.

Korišćenjam eksperimentalnih rezultata brzine apsorbovane doze dobijenih GM brojačem, postoji mogućnost da se odredi aktivnost radioaktivnog izvora A. U tu svrhu korišćena je empirijska formula [9]

$$\dot{D} = 33.85 \frac{\mu_{me}(E)}{(\mu_{me}(E))_{air}} De\,[Sv/s]$$

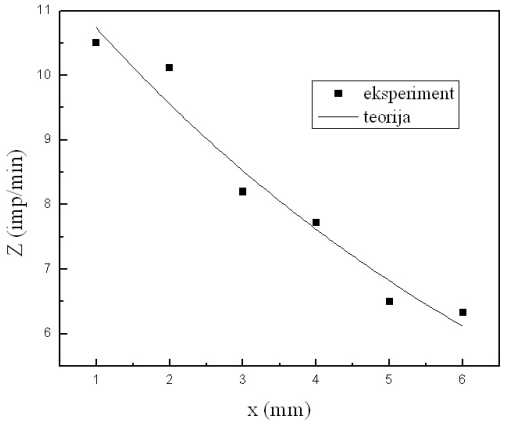
odakle je

$$De = 3.76 \cdot 10^{-17} \frac{E\,(\mu_{me}(E))_{air}}{r^2} A\,[C/kg\ s].$$



Slika 9. Zavisnost prirodnog logaritma broja otkucaja od debljine pločice

Fizičke veličine koje se javljaju u datim formulama imaju sledeće vrednosti: energija fotona E = 0.66 MeV, rastojanje od centra izvora do sonde r = 0.01 m, dok maseni koeficijent apsorpcije vazduha iznosi $(\mu_{me}(E))_{air} = 2.93 \cdot 10^{-2}$ cm^{2}g^{-1}. Dobijena vrednost za aktivnost izvora ^{137}Cs je reda MBq što je u skladu sa literatunom vrednošću.



Slika 10. Zavisnost broja otkucaja od debljine pločice

V. ZAKLJUČAK

Eksperiment opisan u ovom radu, daje detaljan opis rada GM brojača, kao i njegovu praktičnu primenu, pri merenju aktivnosti i broja impulsa, koristeći radioaktivni izvor cezijuma, sa ciljem određivanja koeficijenta apsorpcije aluminijuma μ i poludebljinu $D_{1/2}$. Dobijena vrednost za koeficijent apsorpcije iznosi ≈ 0.12 mm^{-1}. Primenom empirijskih formula uz eksperimentalno dobijenu vrednost brzine apsorbovane doze zračenja, izračunata je aktivnost radioaktivnog izvora ^{137}Cs, koja je reda MBq.

ZAHVALNICA

Eksperiment izvršen u okviru predmeta Dozimetrija i dozimetri (X semestar za studente sa smera Mikroelektronika i mikrosistemi). Autori se zahvaljuju predmetnom nastavniku prof. dr Goranu Ristiću na sveobuhvatnoj i nesebičnoj pomoći pri izradi eksperimenta i diskusiji rezultata.

LITERATURA

[1] J. Simonović sa saradnicima, Biofizika u medicini, Beograd
[2] I. Aničin sa saradnicima, Radioaktivnost, Institut „Vinča“ Beograd, 1998
[3] Geiger Muller tubes, članak, [On Line]. Dostupno na: http://www.centronic.co.uk/downloads/Geiger_Tube_theory.pdf
[4] Gajger Miler brojač, članak, [On Line]. Dostupno na: http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Geiger-M%C3%BCller_tube.html
[5] Detekcija zračenja korišćenjem Gajger-Milerovog brojača, [On Line]. Dostupno na: http://www.bbc.co.uk/bitesize/standard/physics/health_physics/nuclear_radiation/revision/5/
[6] Princip rada Gajgerovog brojača, [On Line]. Dostupno na: http://news.softpedia.com/news/How-Geiger-Counters-Work-89087.shtml
[7] Glenn F Knoll, Radiation Detection and Measurement, third edition 2000, John Wiley and sons.
[8] Inspectror EXP, User manual, [On Line]. Dostupno na: http://www.seintl.com/manuals/inspector_operation_manual_english.pdf
[9] G. Ristić, Influence of ionizing radiation and hot carrier injection on metal-oxide-semiconductor transistors, J. Phys. D: Appl.Phys.41, 2008, 023001

Razvoj i realizacija upravljačkog sistema za regulaciju brzine DC motora primenom mikrokontrolera PIC18F4431

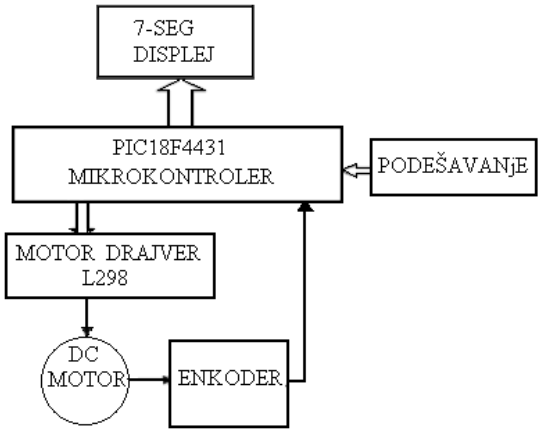
Milan Miladinović

Sadražaj – Rad opisuje jedan način regulacije brzine DC motora. Mikrokontroleru se odgovarajućim tasterima zadaje željena brzina motora. U zavisnosti od zadate brzine i informacije sa enkodera o trenutnoj brzini motora, mikrokontroler proračunava i formira upravljački PWM signal. Zadata i ostvarena brzina se mogu očitati na četiri sedmosegmentna displeja.

I. UVOD

Razna tehnička rešenja koja su omogućila da se električna energija pretvori u koristan mehanički rad doprinela su razvoju i napretku čitave civilizacije. Sa razvojem tehnike i pronalaskom integrisanih kola, mikrokontrolera, pojavila se mogućnost regulacije brzine, položaja, smera okretanja, zaletanja i kočenja motora.

U ovom radu je prikazan razvoj (hardverski i softverski) upravljačkog sistema i jedan način regulacije brzine i smera DC motora, primenom upravljačkog sistema sa zatvorenom negativnom povratnom spregom. Na slici 1 je prikazana blok šema razvijenog sistema.



Sl. 1. Blok šema sistema

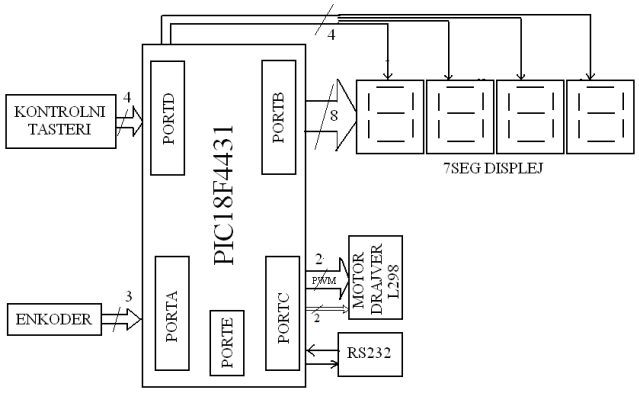
Sistem funkcioniše na sledeći način:
Mikrokontroleru se preko tastera i prekidača zadaje željena brzina motora (ob/min). Informacija o ostvarenoj brzini motora se preko enkodera vraća mikrokontroleru. Razlika između zadate i ostvarene brzine predstavlja grešku na osnovu koje se koriguje upravljački signal sa ciljem postizanja zadate brzine.

Algoritam upravljanja je realizovan u vidu PI regulatora programiranjem mikrokontrolera. Da bi se obezbedile energetske potrebe motora, upotrebljen je drajver za kontrolu motora (H-most L298n).

II. MIKROKONTROLER PIC18F4431

Mikrokontroler predstavlja jedno od najvećih tehničkih dostignuća koje je obeležilo dvadeseti vek. Mikrokontroleri nalaze sve veću primenu u svim oblastima u izradi softverskih kontrolisanih uređaja i sistema, prvenstveno zbog svoje pristupačne cene, a i zbog činjenice da se danas mogu programirati različitim programskim jezicima.[1]

PIC18F4431 predstavlja dobar izbor za aplikacije u kojima treba, na neki način, da se upravlja motorima. Sadrži Power Control PWM Modul koji omogućava generisanje 8 PWM signala i poseban CCP Modul koji omogućava generisanje 2 PWM signala. Takođe sadrži i Quadrature Encoder Interface pogodan za sve aplikacije koje koriste kvadraturni enkoder za povratnu spregu. Ima veliku brzinu rada - mogućnost korišćenja operativne frekvencije do 40MHz.[2] Delimična šema realizovanog uređaja sa mikrokontrolerom je prikazana na slici 2.



Sl. 2. Delimična šema uređaja

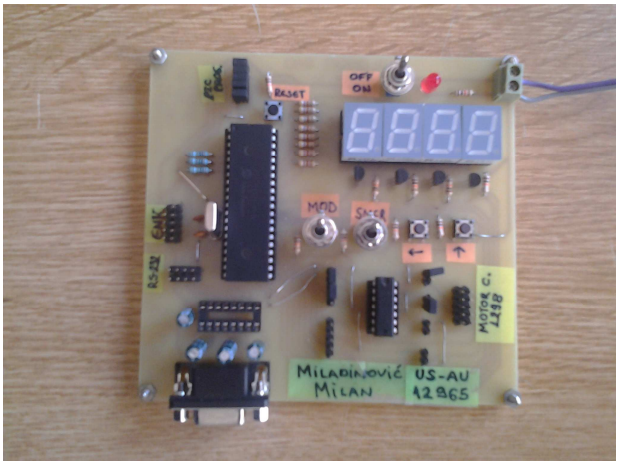
Milan Miladinović je student na modulu Upravljanje sistemima, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: sicko989@gmail.com

III. OPIS UREĐAJA

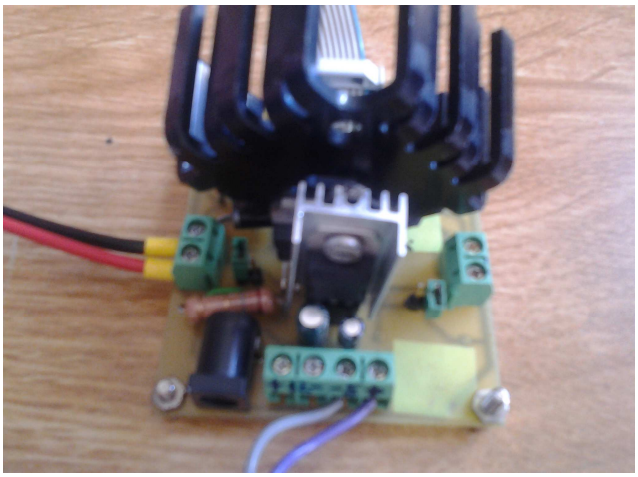
Uređaj koji je razvijen se sastoji iz tri dela. Prvi deo čini ploča sa mikrokontrolerom (slika 3), drugi je drajver sa H-mostom (slika 4) i treći motor sa enkoderom.

Na ploči sa mikrokontrolerom nalaze se četiri sedmosegmentna displeja (na kojima se očitava zadata ili ostvarena brzina), komandni tasteri i prekidači (za izbor moda rada, zadavanje brzine i promenu smera obrtanja motora) i više konektora. To su konektor za napajanje, konektor za upravljačke signale, konektor za signale sa enkodera, konektor za programiranje mikrokontrolera PICFLASH programatorom i konektor za RS-232 komunikaciju koji omogućuje naknadno proširenje aplikacije i komunikaciju sa računarom.

Kratkospajačima je moguće podesiti rad u konfiguraciji half H-bridge i full H-bridge. U radu je korišćena konfiguracija full H-bridge.



Sl. 3. Ploča sa mikrokontrolerom



Sl. 4. Ploča sa H-mostom

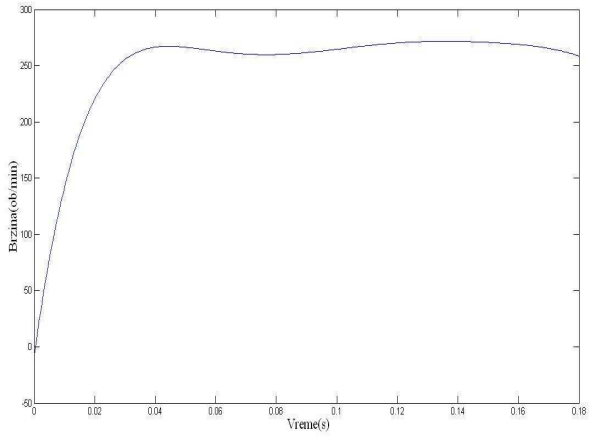
Na ploču sa H-mostom potrebno je dovesti jednosmerni napon od 12V. Preko naponskog stabilizatora LM7805 dobija se napon od 5V koji napaja logičke elemente na ploči sa H-mostom kao i ploču sa mikrokontrolerom. Ukoliko se ova dva napona (12V i 5V) dovode nezavisno, treba ukloniti kolo LM7805.

IV. IDENTIFIKACIJA SISTEMA UPRAVLJANJA

Da bismo mogli da upravljamo nekim procesom neophodno je imati informacije o ponašanju tog procesa. Te informacije se dobijaju u procesu identifikacije.[3] Opšti oblik funkcije prenosa DC motora u s-domenu je:

$$G_{mot}(s) = \frac{K_m}{1+T_m s} \tag{1}$$

Za precizno upravljanje neophodno je odrediti konstantu pojačanja sistema (Km), kao i vremensku konstantu (Tm). Identifikacija je izvršena na osnovu odziva sistema na pobudu Hevisajdovim (Heaviside) signalom.



Sl. 5. Odziv sistema (pri identifikaciji)

Odziv je snimljen na samom uređaju, a potom je izvršena aproksimacija polinomom šestog stepena u Matlab-u. Dobijeni odziv prikazan je na slici 5. Nakon identifikacije dobijene su sledeće vrednosti:

$$K_m = \frac{\omega(\infty)}{U(\infty)} = \frac{\frac{2\pi}{60}\cdot 270}{6.58} = 4.297 \tag{2}$$

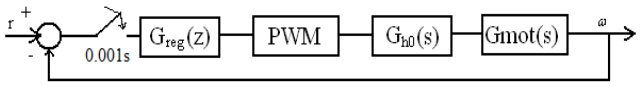
$$T_m = 0.0128 \tag{3}$$

Funkcija prenosa motora ima sledeći oblik:

$$G_{mot}(s) = \frac{4.297}{0.0128s+1} \tag{4}$$

V. PROJEKTOVANJE PI REGULATORA

Svaki sistem automatskog upravljanja se odlikuje određenim zakonom upravljanja koji predstavlja neku matematičku zavisnost.[4] Na osnovu nje upravljački uređaj, koji u ovom radu ima formu digitalnog PI regulatora, obrađuje ulazne signale u sistem i generiše upravljačke signale.



Sl. 6. Funkcionalna blok šema sistema

Za projektovanje PI regulatora iskorišćene su mogućnosti koje pruža programski paket Matlab. Pošto mikrokontroler dobija informacije sa enkodera motora u digitalnom obliku i upravljanje se vrši digitalnim (PWM) signalom, izvršena je diskretizacija celog sistema. Funkcionalna blok šema diskretnog sistema je prikazana na slici 6.

$$G_{mot}(z) = ZL^{-1}\left\{\frac{1-e^{-sT}}{s}\cdot\frac{4.297}{0.0128s+1}\right\} \quad (5)$$

$$G_{mot}(z) = \frac{0.3229}{z-0.9248} \quad (6)$$

Projektovanje PI regulatora je ostvareno metodom GMK (geometrijskog mesta korenova) koja pruža mogućnost podešavanja polova i nula tako da sistem pri zatvorenoj povratnoj sprezi dobije željene dinamičke osobine. Digitalni PI regulator se može predstaviti kao:

$$G_{reg}(z) = K_p + \frac{K_i z}{z-1} \quad (7)$$

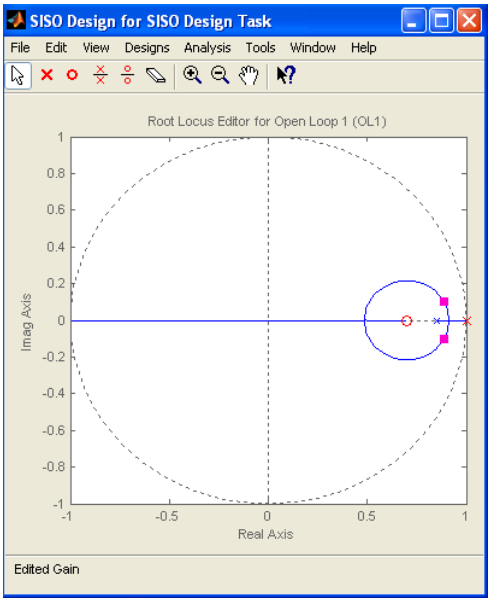
Korišćenjem funkcije rltool u Matlab-u eksperimentalnim putem projektujemo regulator. Podešavanjem polova i nula (slika 7) utičemo na odziv i dinamičke osobine sistema kao što su preskok, vreme uspona, smirenja... Rezultat tih promena možemo da pratimo na simulaciji odziva sistema kao što je prikazano na slici 8.
Za projektovani regulator uzete su sledeće vrednosti:

$$k_p = 0.077 \quad (8)$$

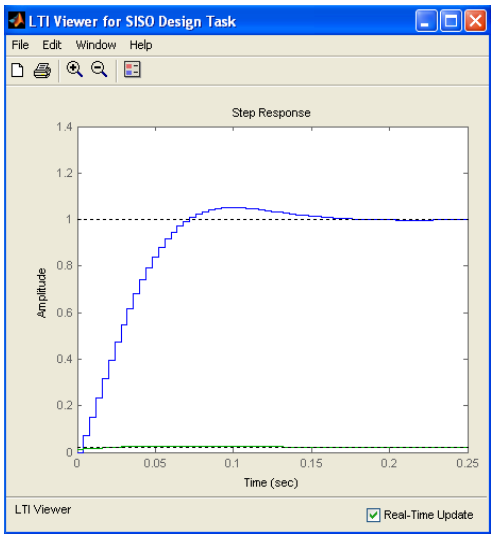
$$k_i = 0.023 \quad (9)$$

Dobijeni PI regulator se može prikazati kao:

$$G_{reg}(z) = 0.1\frac{z-0.77}{z-1} \quad (10)$$



Sl. 7. Podešavanje polova i nula



Sl. 8. Odziv sistema za zadata podešavanja

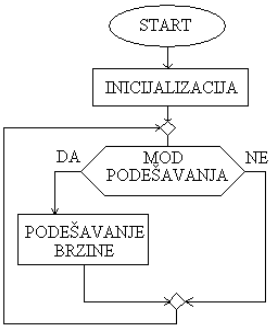
VI. SOFTVERSKA REALIZACIJA

Za programiranje mikrokontrolera korišćen je softver mikroC. Ovaj softverski alat je pogodan za programiranje Microchip-ovih mikrokontrolera i za to je potrebno poznavanje osnovnog C programskog jezika. Korisnik programa mikroC ima mogućnost jednostavne kontrole nad procesom programiranja. Omogućen je kvalitetan pregled programa i automatska kontrola i upozorenja vezana za sintaksu koda. Na raspolaganju je i veliki broj integrisanih biblioteka (standardne C biblioteke i neke specifične za

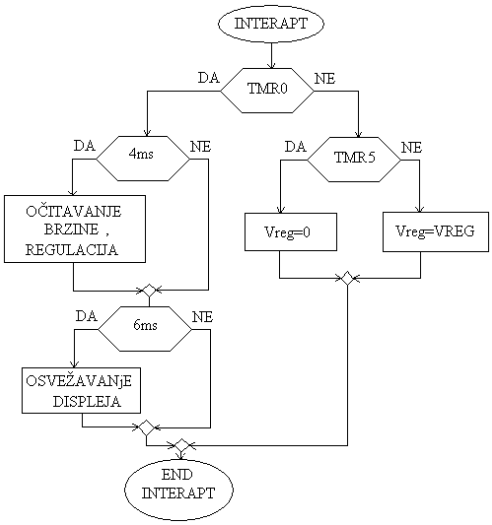
mikrokontrolere) kao i veliki broj rutina koje olakšavaju i ubrzavaju pisanje programa. [5]

Za opisani zadatak je napisan program od oko 300 linija koda, a prikazan je deo koda za očitavanje brzine i smera kao i najuprošćeniji algoritam toka programa na slikama 9 i 10.

```
Vregistar=Vhreg*256 + Vlreg;
 if (Vregistar==0)
    ostvarena_brzina=0.0;
 else
    ostvarena_brzina=(120000.0 / Vregistar);
  if  (QEICON.F5==0)
    smer=-1;
 else
    smer=1;
```



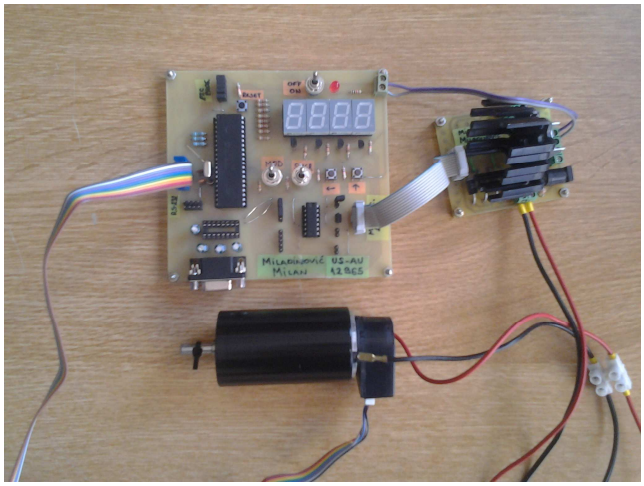
Sl. 9. Algoritam glavnog programa



Sl. 10. Algoritam interapta

VII. RAD UREĐAJA

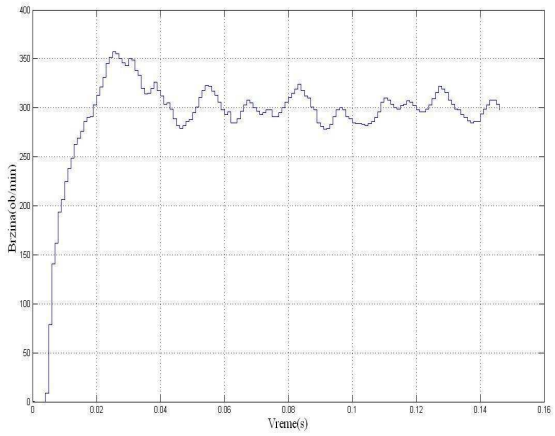
Uređaj se pušta u rad postavljanjem prekidača u položaj ON. Ukoliko je prekidač za mod u položaj očitavanja brzine na displeju će se prikazivati ostvarena brzina, koja je po uključenju 0. Ako se prekidač za mod nalazi u položaj podešavanja, moguće je tasterima obeleženim strelicama podesiti željenu brzinu (obrtaj/min). Selektovani displej imaće uključenu decimalnu tačku. Kada se taster za mod prebaci u položaj očitavanja brzine, počinje regulacija brzine. U svakom trenutku je moguće odgovarajućim tasterom promeniti smer obrtanja motora, ili zadatu brzinu.



Sl. 11. Realizovani sistem

VIII. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Eksperimentalni rezultat odziva sistema sa PI regulatorom prikazan je na slici 12. Zbog mehaničkih karakteristika motora sa kojim je rađeno nije moguće ostvariti ustaljenu zadatu brzinu motora (300ob/min) ali se može primetiti dejstvo regulatora koji teži da postigne zadatu brzinu.



Sl. 12. Eksperimentalni rezultat odziva sistema sa PI regulatorom

IX. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen jedan način regulacije brzine motora jednosmerne struje upotrebom PI regulatora. Sistem predstavljen u radu funkcioniše kao upravljački sistem sa zatvorenom negativnom povratnom spregom. Postoji mogućnost nadogradnje ovog sistema. Samo

nadogradnjom softvera moguće je ostvariti i regulaciju pozicije DC motora, kao i komunikaciju sa računarom. Treba naglasiti da postojeći hardver omogućuje istovremeno upravljanje dva DC motora.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje profesorima sa Katedre za automatiku, posebno prof. Bobanu Veseliću na savetima i predlozima za izradu ovog rada.

LITERATURA

[1] Literatura dostupna na sajtu: http://www.automatika.rs/baza-znanja/mikrokontroleri/
[2] PIC18F4431Data Sheet, Microchip Technology, 2007.
[3] Bratislav Danković, Dragan Antić, Zoran Jovanović, Upravljanje procesima - identifikacija procesa, Niš, 1996.
[4] Prof. dr Milica Naumović, Projektovanje sistema automatskog upravljanja, Niš, 2005.
[5] Literatura dostupna na sajtu: www.mikroe.com/pdf/mikroc/mikroc_manual.pdf

PCB fabrication

M. Živković

Abstract -Production of printed circuits boards began in Serbia since 1964 in the ELECTRONIC INDUSTRY- Niš. Today, Ei PCB Factory specialized in supplying printed circuit boards of the highest quality. In order to keep up with the quick pace of the market, Ei PCB Factory installed a new automatic copper plating line in 2012 replacing a 25 year old line. The new equipment is designed to provide improved plating distribution and highaspect ratio plating to support their increasing technology trend.

I. INTRODUCTION

This paper presents the basic concept of the copper plating line. Electroplating process results are dependent on process stability and control and on the chemical composition of the plating bath. This makes it important to monitor the concentration of the various species in the bath.

An electroplating line consists of a complex set of equipment, including motors, tanks, water rinses and product transport equipment, filters, heaters, electrical power supplies, process monitoring devices, process control devices, and the like.

The designer of modern electroplating equipment has an ever-growing array of devices for monitoring and controlling almost every aspect of the process.

Sensors are the “eyes and ears” of a modern automatic monitoring and control system but PLCs and computers are the “brains” that assimilate sensor information with programmed instructions that initiate the control function.

Sensors provide information about the plating process. After signal conditioning, information is sent to a PLC that is programmed to control the system. Actual conditions can be analyzed and stored and/or displayed. Deviations from the programmed limits will activate control devices such as motors, valves, and power supplies to bring the plating process back in control. If the operator must be involved, an audio alarm sounds. When there are multiple alarms, each condition may have a different audio sound so the operator can quickly recognize the type of problem or a status display will show each alarm condition. Completely automatic analysis and control systems have also been developed which do not require any operator intervention during normal operation.

II. CONFIGURING AND PROGRAMMING ENVIRONMENT

As it is described in the previous section, copper plating line is very complex type and requires a wide range of knowledge in order to achieve the start of production.

For configuring and programing environment is used SIMATIC [1] software because Control unit is PLC Siemens SimaticS7-416. SIMATIC software with programming language STEP 7 [2] supports all phases of product deployment, from hardware configuration of the system and parameterization of modules to service of the installed system. A variety of programming options are available. This includes basic programing languages as Instruction List, Ladder Diagram and Function Block Diagram, High-level languages as Sequential Function Chart and engineering tools as S7-PLCSIM.

The conveying drive is frequency controlled, set separately for moving forwards or reverse; the system used is the „SEW Movidrive” [4] with drive monitoring system (cold circuit and current limit), detailed error monitoring system and a monitoringsystem for output signals. The lifting drive is frequency controlled, set separately for lift/low movement.

For plant control, see controlling concept Fig.1. (Operator functions for times, rectifiers, external equipment, temperatures, plant START and STOP) and product administration (safety, product and process administration, data export, chemicals administration, protocols, statistics, production cost, etc.) is in use SPSMAN [5] program.

The liquid level or volume in the tanks used for plating is important to control for several reasons. Mechanically, enough solution must be kept in the tank to be able to operate pumps, cover any components or sensors that are meant to be immersed, and perform the plating operations themselves.

Maintaining a relatively constant solution level is also important as it relates to controlling the concentrations of the constituents of the solution. In addition, it is important to be able to sense low level or absence of liquid in cases where electrical immersion heaters are used in order to prevent the possibility of fires. Liquid-level sensors are usually used to maintain solution level with replenishment of water.

The plating current is typically controlled during an industrial plating process because it has a direct relationship with the deposition rate and because it is not as sensitive as the cell voltage to changes in the physical system.

Monitoring of electroplating cell voltages is necessary to detect cell variations such as electrical shorts or opens between the anode and cathode, contamination or polarization of the anode, or changes in solution concentrations [6].

M. Živkovićis with the Department of Printed Circuit Board, Ei PCB Factory, Bul. Sv. Cara Konstantina 80-84, 18000 Niš, Serbia, E-mail: milan.zivkovic@eipcb.co.rs

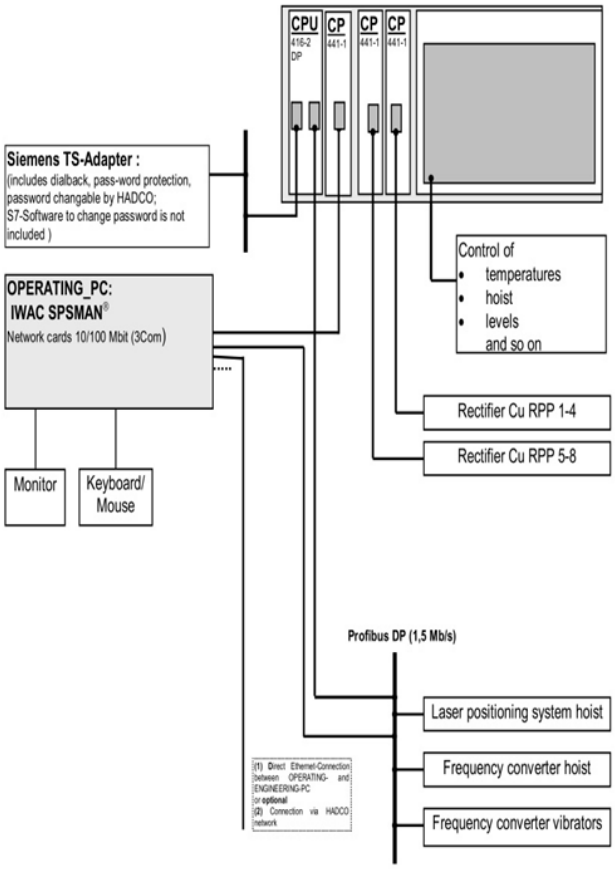


Fig. 1. Controlling concept - overview

III. Optimum Conditions For Reverse Pulse Plating

The use of reverse pulse plating is growing due to new requirements of the PCB and electronics industries. Reverse Pulse Plating is the key to achieve a high throwing power while keeping the processing times short. The trick is to shield the high current density area's to reduce the amount of copper being deposited in these areas.

Experience reveals that during plating, a layer is produced on the cathode surface with a lower metal concentration than the original plating solution (diffusion or barrier layer). The reverse pulse has a significant influence on the metal distribution on the cathode surface due to mass transport effects. To get the maximum result out of the pulse plating technique, it is very important to minimize the diffusion layer. Key parameters for minimizing the diffusion layer, to be optimized first, are a proper bath geometry and kinetic energy (agitation, vibration etc.).

Rectifier control system offers the flexibility of programming, of the applied current waveform (see Fig 2.).The Current program is used to create a complex waveform based on product technology. Up to 20 steps can be set up.

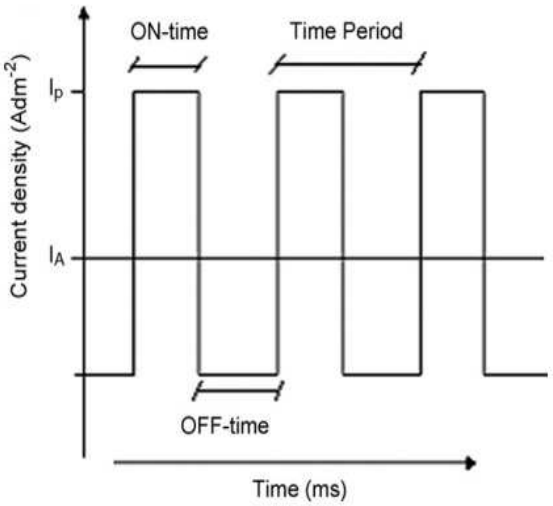


Fig. 2.Wave form

Typical waveforms include: (1) cathode pulse followed by a period without current (or an anodic pulse), (2) direct current (DC) with superimposed modulations, (3) duplex pulse, (4) pulse-on-pulse, (5) cathode pulses followed by anodic pulses—pulse reverse current (PRC), (6) superimposing periodic reverse on high frequency pulse, (7) modified sine-wave pulses and (8) square-wave pulses. Among these, the square wave pulses have the advantage of an extensive duty cycle range [6]. This enables to write a 20-step program and to optimize all systems parameters for any situation (see Fig 3.). Plate program can run the reverse pulse with the same parameters as DC. The operator only has to give the current density, the surface and the time. Pulse current produces invariably fine-grained structures so that physical, chemical and mechanical properties are changed advantageously.

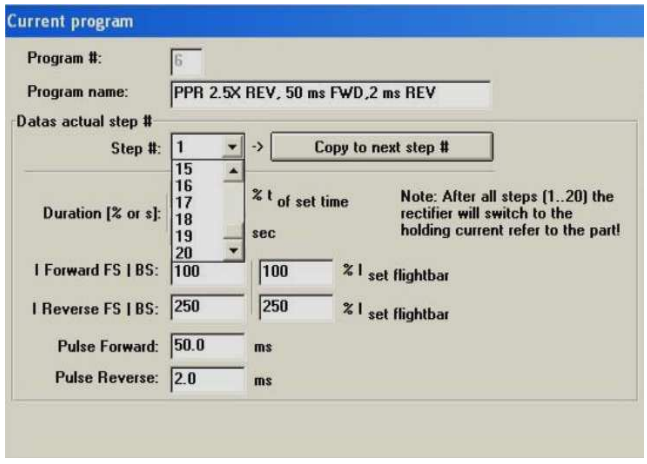


Fig. 3.Current Program

Complex waveforms were tested to optimize plating in micro via holes.

Table bellow (Fig.4.) shows the set up currently used for micro via plating.

Current Step	% of total Plating Time	REVERSE Amplitude	FWD/REV ms
1	20	N/A	DC
2	55	2X	20/1
3	25	1X	20/1

Fig. 4.Setup current

In Printed Circuit Boards (PCB) industry, there is a need for miniaturization of high-density interconnections. The use of Reverse Pulse Plating for the deposition of copper from acidic electrolytes containing additives, produce enhanced throwing power especially in the holes [7]. Circuit traces can be positioned closer together without shorting one another with the use of pulse technology, for high density circuitry applications in microelectronics industry [8].

IV. Supply control

The supply can be controlled by RS 485 connection. The language used by DRPP Pulse Reverse power supply is the MODBUS protocol. This protocol provides a standard that the supply uses for parsing messages. During communication, the protocol determines how each supply will know its device address, recognize a message addressed to it, determine the kind of action to be taken, and extract any data or other information contained in the message (see Fig.5.). The supply will construct the reply message and send it using the Modbus protocol.

Address	Function number	Parameter number		Number of parameters to read		CRC word	
	3	H byte	L byte	0	1	L byte	H byte

Fig. 5.Modbus Frame Format

V. Conclusion

Plating complex boards with a wide variety of hole diameters and other special properties require to have the possibility to change the amplitudes as well as the time adjustments during the plating process. This is necessary to take full advantage of the best performance of the process, as these parameters will change with board properties. In that case you can work with a batch program, where during the process one or more amplitudes and time adjustments will be changed. We got following characteristics of process:

- •The line was put into operation on January 2013.
- • 2 Acid copper tanks of 2 cell each.
- • Each cell holds one flight bar of 8 panels.
- • Plating cycle time of 29 minutes.
- • Average process time of 90 minutes (3cycles).
- • This line is capable of producing 16 panels every cycle.
- • Copper deposit grain structure and physical property met the IPC and Military specification.
- • Monthly Tensile and Elongation testing has passed.
- • Copper thickness distribution meets the customer specification.
- • Process documents are completed.

Acknowledgement

The author wish to express sincere thanks to PhD. Danijel Danković from Department of Microelectronic, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, PhD. Zoran Prijić from Department of Microelectronic, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, PhD. Zoran Jovanović from Department of Control systems, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, BSc. Dejan Mitić from Department of Control systems, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, BSc. Hollabbi Nataraja, Engineering manager at Process Automation Europe Ltd and BSc. Udo Irmer, Software development at IWAC automation GmbH.

References

[1] http://www.automation.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/Pages/Default.aspx
[2] http://www.automation.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/en/step7/Pages/Default.aspx
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Profibus
[4] http://www.sew-eurodrive.com/produkt/movidrive-b.htm
[5] http://www.galvaonline.com/index.php/branchenverzeichnis.html?pid=576&sid=1020:IWAC-automation-GmbH
[6] T. Ritzdorf and D. Fulton, "Electrochemical Deposition Equipment," in New Trends in Electrochemical Technology, Vol. 3, Microelectronic Packaging, M. Datta, T. Osaka, and J.W.Schultze,Eds.,CRC,BocaRaton,FL,2005,pp.495–509.
[7] S.C. Kou, A. Hung, Plat. Surf. Finish. ElectrochimicaActa (2000) 140.
[8] T. L. Ritzdorf, G. J. Wilson, P. R. McHugh, D. J. Woodruff, K. M. Hanson, and D. Fulton, "Design and Modeling of Equipment Used in Electrochemical Processes for Micro-electronics," IBM J. Res. Dev., 49 (1), 65–77 (Jan. 2005).

USB HID komunikacija mikrokontrolera sa računarom

B. Bogićević, M. Vesković

Sadržaj - U ovom radu će detaljno biti opisana komunikacija mikrokontrolera sa računarom putem USB komunikacije. Za izradu će biti korišćena HID (Human interface device) komunikacija. Cilj projekta je da se izlazi relejnih senzora mogu dovesti na ulaze mikrokontrolera koji ih putem USB-a prosleđuje u računar na dalju obradu.

I. UVOD

Komunikacija je stara koliko i ljudi. Od kada postoje ljudi, postoji i potreba za komuniciranjem. Komunikacijom između ljudi razmenjuju se podaci, informacije i iskustva bitna za razvoj čoveka i njegove okoline. Od pisama do telefonskih razgovora u realnom vremenu, razvoj komunikacije je težio što većoj brzini protoka informacija i većoj tačnosti prenesenih informacija.

Kao i kod ljudi, iako ne tako stara, postoji i komunikacija između računara i mašina. Ove komunikacije su se razvijale sa razvojem računara tako da danas postoje mnoge vrste komunikacija računara sa raznim periferijama. U početku su računari imali jedan paralelni port preko kog se odvijala komunikacija samo sa štampačem. Kako su se računari razvijali pojavila se i mogućnost priključenja novih periferija pa su računari dobili dva serijska COM porta. Serijski portovi su u principu bili dobri sem što su bili brojno ograničeni pa kada bi hteli da priključimo novu periferiju neku bi morali da isključimo. Ovaj problem je rešen konstrukcijom univerzalnog porta koji podržava veći broj uređaja istovremeno i tako je nastao univerzalni serijski port USB (Universal Serial Bus) koji se i danas koristi. USB portovi su do danas realizovani u tri verzije različitih brzina i mnoštvu različitih konektora od kojih je najkorišćeni konektor tipa A.

U ovom radu će detaljno biti opisana komunikacija između mikrokontrolera sa računarom putem USB HID komunikacije koja je namenjena brzom priključivanju spoljašnjih uredjaja bez instalacije drajvera.

II. IZRADA

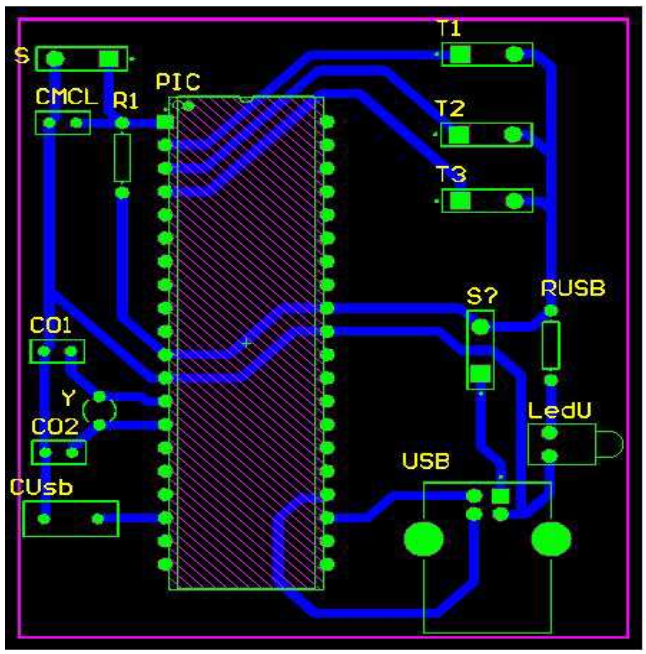
U ovom projektu treba realizovati komunikaciju između mikrokontrolera i računara. Mikrokontroler se nalazi na štampanoj pločici na kojoj se nalaze komponente potrebne za njegov rad. Na istoj pločici se nalaze tri tastera koji simuliraju senzore i predstavljaju ulaze mikrokontrolera. Na računaru se nalazi aplikacija koja prima podatke sa mikrokontrolera putem USB-a i prikazuje ih na grafiku. Kada se pritisne taster na pločici na grafiku se crta stanje „1“ , a kada se taster otpusti na grafiku se iscrtava stanje „0“.

B. Bogićević je student na smeru Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija, E-mail: bobanradar@gmail.com

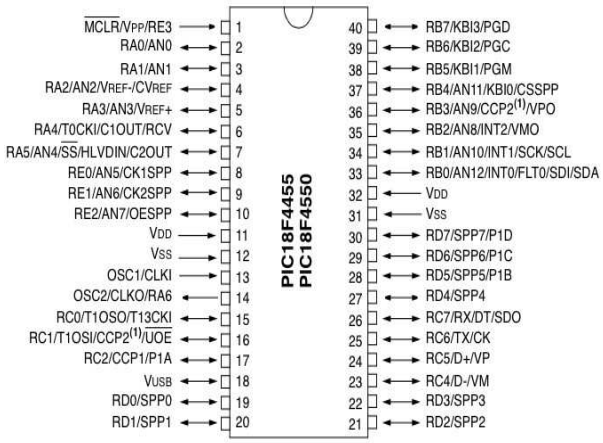
M. Vesković je asistent na katedri za Opštu elektrotehniku iI elektroniku, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija, E-mail: Milan.veskovic@ftn.kg.ac.rs

Za realizaciju ovog projekta se koriste se sledeće komponente:

- Mikrokontroler PIC 18F4550 (1 kom.)
- Podnožje DIL 40 (1 kom.)
- Oscilator 20MHz (1 kom.)
- LED dioda (1 kom.)
- Prekidač (1 kom.)
- Otpornik 10 kΩ (1 kom.)
- Otpornik 330 Ω (1 kom.)
- Kondenzator 100 nF (1 kom.)
- Kondenzator 470 nF (1 kom.)
- Kondenzator 22 pF (2 kom.)
- Taster (4 kom.)
- Konektor USB tip B ženski (1 kom.)



Slika 1. Izrada okruženja mikrokontrolera primenom softvera Altium.



Slika 2. Mikrokontroler PIC 18F 4550.

Za ovaj projekat su bitni sledeći pinovi mikrokontrolera:

- Pin 1 (MCLR), na njega se povezuje kolo za reset koje se sastoji od tastera, otpornika i kondenzatora. Služi da kada se pritisne taster resetuje mikrokontroler.

- Pinovi 2,3,4 (AN0,AN1,AN2), ulazi na koje se dovodi napon napajanja 5V preko tastera koji simuliraju senzore.

- Pinovi 13,14 (OSC1,OSC2), između njih se nalazi kolo oscilatora koje se sastoji od kristalnog oscilatora i dva kondezatora.

- Pin 18 (Vusb), na njega se povezuje kondenzator, ovaj pin se koristi kada se mikrokontroler napaja preko USB-a, tj. kada nema svoje napajanje.

- Pinovi 23,24 (D-,D+), oni su povezani sa USB konektorom i preko njih se šalju podaci na računar.

- Pin 12/31 (Vss), masa, povezuje se na masu USB konektora.

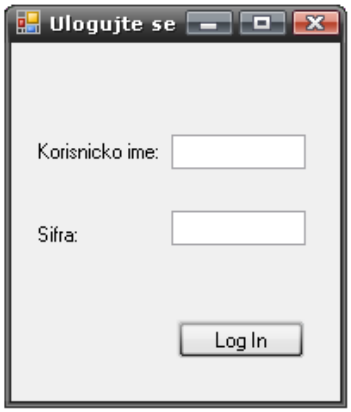
- Pin 11/32 (Vdd), napon napajanja 5V, napon se dobija iz računara preko USB konektora na ovom vodu se nalazi prekidač kojim se kontroler uključuje/isključuje i kolo za indikaciju u kome se nalazi LED dioda koja svetli kada je kontroler uključen.

A. Softverska Realizacija Projekta

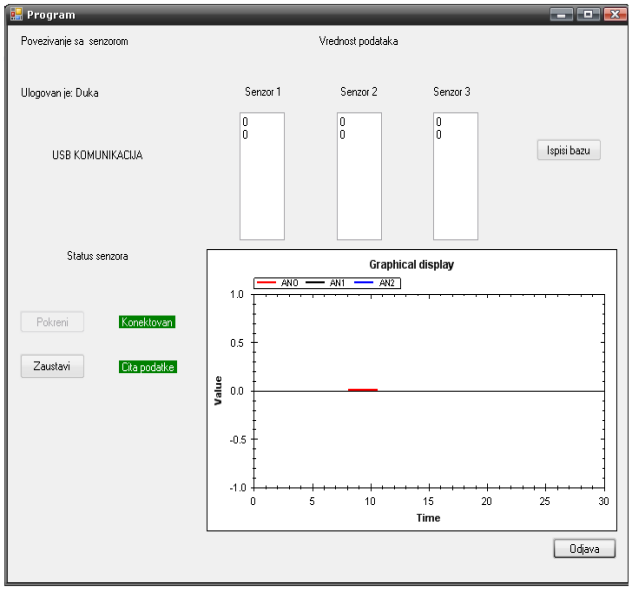
Razvoj softvera glavni je faktor u razvoju informacionih tehnologija. Primena softvera se raširila na sva područja ljudskog delovanja. Mogućnosti razvoja softvera, pored postignutih rezultata, i dalje su neslućene. Zbog mnoštva gotovih programskih paketa za najrazličitije namene, danas najčešće nije racionalno razvijati svoj softver. Ali, ostaje potreba za razvojem specifičnih softverskih rešenja za pojedina područja, kao i dodatnih programa, koji predstavljaju dogradnju već kupljenih softveskih paketa. U narednom pasusu biće prikazana realizacija softverskog resenja koji smo koristili u izradi naseg projekta.

Što se tiče softverskog dela ovog projekta on je realizovan u dva progarama: MikroC i C#. U programu MikroC je programiran deo mikrokontrolera, odnosno u njemu je programiran način funkcionisanja mikrokontrolera, to jest definisan je način njegovog ponašanja pri detektovanju nekih ulaznih signala. U ovom slučaju to su tri tastera koja treba da simuliraju rad senzora koji nekada mogu da zamene date tastere. Pored funkcionisanja mikrokontrolera, potrebno je definisati i način povezivanje mikrokontrolera sa računarom. Konkretno u ovom slučaju je bilo potrebno realizovati USB komunikaciju sa računarom. Da bi se to uradilo potrebno je napraviti driver u MikroC-u. Preko njega bi se mikrokontroler pri povezivanju sa računarom mogao registrovati kao konektovan uredjaj sa odgovarajućom oznakom i imenom.

Drugi program koji je korišćen u izradi projekta je C#. U njemu je programiran korisnički interfejs ovog projekta. Prvi prozor (slika 3) je korisnički panel sa registrovanjem, gde će ovu aplikaciju moći da koriste samo korisnici sa odgovarajućim korisničkim privilegijama. Nakon logovanja odgovarajućeg korisnika pristupa se drugom korisničkom panelu (slika 4), na kome se vide parametri koji se putem USB-a sa mikrokontrolera prenose na PC i prikazuju na korisničkom intrfejsu.



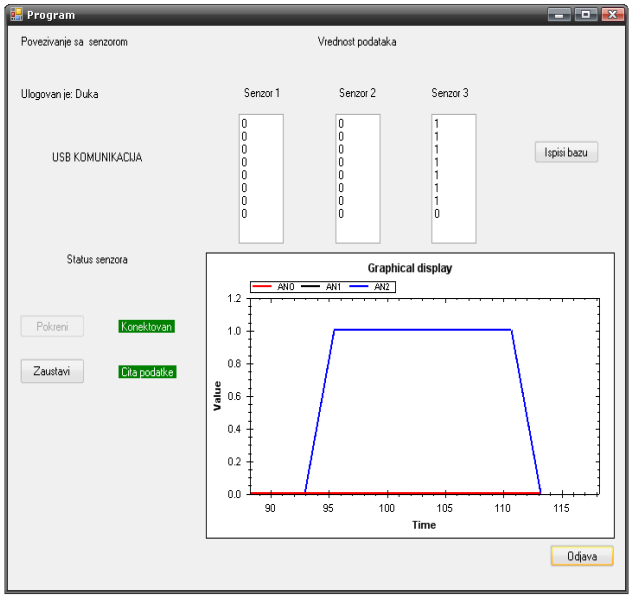
Slika 3. Registracija korisnika.



Slika 4. Panel mikrokontrolera.

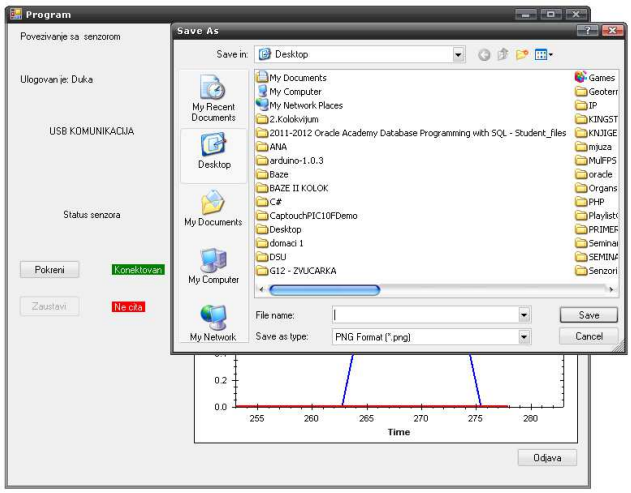
Nakon uspešnog logovanja, na korisničkom panelu možemo videti ulogovanog korisnika, tri kanala za ispis podataka, mogućnost ispisa baze kao i grafik za prikaz rezultata (slika 4).

Ako je stanje mikrokontrolera neaktivno, odnosno tasteru su u stanju logičke „0“ na ispisu odgovarajućeg kanala možemo videti odgovarajuću vrednost. Ti podaci sa mikrokontrolera putem USB-a će biti prikazani i na grafiku. Kada se pritisne taster na pločici na grafiku se crta stanje “1“ , a kada se taster pusti na grafiku se iscrtava stanje“0“ (slika 5). Na osi “Value” će biti prikazana vrednost koja je u ovom slučaju “1“ ili “0“. Na osi “Time” su prikazana vremena u kojima su ova merenja zabeležena.



Slika 5. Grafički prikaz.

Nakon ispisivanja rezultata i iscrtavanja grafika postoji i mogućnost da se sačuvaju rezultati sva tri kanala u .txt fajlu kao i grafik merenja u izabranom formatu (slika 6).



Slika 6. Memorisanje podataka.

III. ZAKLJUČAK

Da bi uspešno realizovali ovaj projekat, bilo je neophodno primeniti znanja iz više oblasti, kao što su elektrotehnika, elektronika, računarska tehnika. Takođe smo uz minimalan broj komponenti napravili jednostavan i jeftin uređaj, zavidnih perfomansi. Uz to postoji mogućnost da se umesto tri tastera povežu senzori pokreta, koji bi omogućavali praćenje pokreta korišćenjem realizovane aplikacije. Ovaj projekat predstavlja uopšten primer realizacije projekta primenom tastera, gde bi postojala mogućnost nadogradnje na neki kompleksniji projekat.

Projekat predstavlja osnov ka daljem razvoju rešenja koja bi omogućila izradu mikrokontrolera sa okruženjem potrebnim za rad sa senzorima koji imaju mogućnost relejnog izlaza i njihovo povezivanje i kontrolu putem softerskog rešenja na nekom računarskom sistemu.

LITERATURA

[1] B. W. Kernighan, D. M.Ritchie, “Programski jezik C”, CET, Mikro Knjiga, Beograd, 2003.
[2] http://www.mikroe.com/pdf/mikroc/mikroc_manual.pdf
[3] A. Peulić, Ž. Čučelj, “Daljinsko upravljanje i komunikacije”, BioIRC, Kragujevac, 2011, ISBN: 978-86-88583-00-8
[4] http://www.usb.org/developers/docs/

VTŠ Explorer robot-vozilo za akviziciju podataka

N. Živković, N. Nikolić, B. Majkić, S. Stošović

Sadržaj – VTŠ Explorer je robot za akviziciju podataka koji je projektovan i konstruisan sa ciljem da zameni čoveka u nepristupačnim i opasnim područjima. Robot je realizovan korišćenjem veoma popularnog Arduino razvojnog okruženja. Preko Arduino ulazno-izlaznih pinova ostvarena je dvosmerna komunikacija robota, odnosno komunikacija sa senzorima za prikupljanje podataka i sa Android uređajem. Elektromehanički sklop je moguće kontrolisati u realnom vremenu pomoću akceleracionog senzora Android uređaja, odnosno u te svrhe kreirane Android aplikacije. Na željenoj lokaciji preko ugrađenih senzora vozilo snima potrebne parametre okoline. Pomoć prilikom kretanja pruža ultrazvučni senzor koji detektuje prepreku, menja brzinu kretanja i pomaže kod zaobilaženja iste, kao i svetlosni senzor koji uključuje farove na robotu kada uđe u tamno područje. Takođe, kreirana je PHP Web aplikacija, koja omogućava kontrolu vozila sa bilo kog udaljenog mesta. To znači da se upravljanje robotom može predati operateru koji nije na terenu već u svojoj kancelariji kilometrima daleko. Kroz PHP aplikaciju može se pratiti i statistika izmerenih vrednosti senzora i kreirati odgovarajući izveštaji. IP kamera sa vozila šalje serveru video signal koji pruža operateru uvid u stanje na terenu.

I. UVOD

Android [1] 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. Sa druge strane, uloga kontrolera na polju automatizacije raznih procesa je sve veća. Sami kontroleri moraju biti kvalitetan spoj hardvera sa jedne, i upravljačkog softvera sa druge strane.

Arduino [2] je fizička računarska platforma otvorenog koda zasnovana na jednostavnoj ploči sa ulazno-izlaznim pinovima i razvojnom okruženju. Preko digitalnih ulazno-izlaznih i analognih ulaznih konektora, Arduino mikrokontroler može da prima signale iz okoline ili da kontroliše druge elektromehaničke komponente.

Arduino razvojno okruženje zbog svojih brojnih prednosti (jednostavno programiranje, serijska komunikacija preko USB porta, brojne softverske biblioteke,...) sve češće se primenjuje u svakodnevnom životu, kako u uređajima za zabavu tako i u profesionalnim sklopovima. Koristi se u izradi video igara, alarmnih i sigurnosnih sistema, pametnih kuća, simulaciji alata kao što su osciloskopi, projektovanju midi kontrolera i džojstika, u kontroli robota i mnogo čemu još. Sprega različitih komunikacionih tehnologija sa Arduinom pruža mogućnosti ograničene samo ljudskom maštom i znanjem.

U okviru projekta *VTŠ Explorer*, opisanog u ovom radu, Arduino elektromehanički sklop (robot-vozilo) se kontroliše sa Android uređaja pomoću kreirane Android aplikacije. Takođe, kreirana je i PHP Web [3] aplikacija koja ima iste funkcionalnosti i služi za kontrolu sa udaljene lokacije pomoću računara. Podaci snimljeni u MySQL [3] bazi se mogu koristiti za kreiranje odgovarajućih izveštaja. VTŠ Explorer predstavlja prvi projekat u kome je omogućena sveobuhvatna kontrola Arduino modula pomoću PHP aplikacije, odnosno računara. Sve dosadašnje realizacije imaju daleko skromniji skup funkcionalnosti.

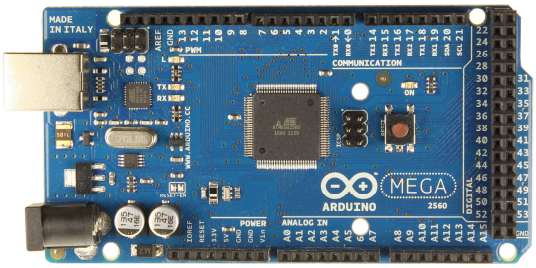
U drugom poglavlju rada opisane su osnove Arduino mikrokontrolera koji je korišćen u projektu. Nakon trećeg poglavlja i opisa korišćenih senzora, u četvrtom poglavlju je dat detaljan prikaz interfejsa vozila. U petom i šestom poglavlju su opisane komunikacija vozila i uređaja za kontrolu vozila i funkcionalnosti aplikacija za upravljanje.

II. ARDUINO RAZVOJNO OKRUŽENJE

Arduino predstavlja razvojni sistem otvorenog koda zasnovan na 8-bitnom Atmel AVR ili 32-bitnom Atmel ARM mikroprocesoru. Ploča Arduino razvojnog okruženja u osnovi sadrži: oscilator odnosno kristal koji reguliše vremenske impulse procesora (clock), naponske regulatore vrednosti 5V i 3,3V i *USB-to-serial* konvertor. Za ovaj projekat je korišćena platforma *Arduino Mega* [4] sa ATMEGA 2560 mikroprocesorom (Slika 1.). Ona ima 54 digitalna ulazno-izlazna pina od kojih 14 mogu da se koriste kao PWM (*Pulse-width modulation*) izlazi. Osim toga sadrži 16 analognih ulaza, 4 UART (hardverska serijska) porta, kristalni oscilator 16 MHz, USB konekciju, priključak za napajanje, ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) konektor i taster za reset. Povezuje se sa računarom preko USB porta, a module za komunikaciju (Bluetooth, Wireless) povezujemo sa odgovarajućim RX (*receive X*) i TX (*transmit X*) pinovima. Napajanje neophodno za funkcionisanje mora biti u granicama između 7V i maksimalnih 20V.

Nikola Živković, 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, nikolabrej@gmail.com, bane_majkic@live.com

Slavimir Stošović je koordinator VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs



Slika 1. Arduino Mega

Softversko razvojno okruženje [5] je potpuno besplatno, otvorenog je koda i može se preuzeti za Mac OS X, Windows i Linux operativni sistem. Hardverska moć Arduin-a nije na zavidnom nivou, pre svega zbog procesorske moći i količine podataka koje može da obradi u jedinici vremena, pa je optimizovanje programskog koda jako bitno kako bi kompletan sklop radio bez kašnjenja. Ovo je vrlo bitno kod kontrolisanja elektromehaničkih sklopova, gde je neophodno obezbediti korisniku rad u realnom vremenu.

U okviru projekta *VTŠ Explorer* Arduino mikrokontroler ima nekoliko različitih uloga:

1. Vrši napajanje i komunikaciju sa senzorima za očitavanje atmosferskog pritiska, nadmorske visine, temperature vazduha, vlažnosti vazduha, količine ugljen-monoksida, kao i jačine osvetljenosti sredine.
2. Ispisuje predefinisani tekst na LCD displeju [6].
3. Na osnovu podataka koje očitava sa senzora udaljenosti od prepreke upravlja pogonskim motorom u cilju zaobilaženja prepreke.
4. Preko povezanog Bluetooth [7] modula komunicira sa Android uređajem i prima signale za kontrolisanje kretanja robota koji se zatim prosleđuju pogonskim motorima.
5. Takođe preko Bluetooth modula, Arduino mikrokontroler prosleđuje Android uređaju vrednosti izmerene senzorima.

III. Senzori za akviziciju

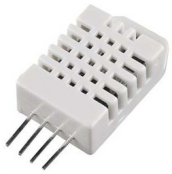
Ono što omogućava akviziciju podataka o spoljašnjem svetu jesu senzori. Na vozilu *VTŠ Explorer 1* je montirano 4 senzora (Slika 2.) i fotootpornik kako bi prikupili što više informacija o području u kome se vozilo kreće.

HC-SR04 - Ultrazvučni senzor [8] omogućava beskontaktno merenje razdaljine u opsegu od 2cm do 400cm uz veliku preciznost od oko 3mm zavisno od uslova u kojima se senzor nalazi. Napaja se naponom od 5V DC a potrošnja struje iznosi manje od 2mA. Ultrazvučni senzor se povezuje na 2 digitalna pina Arduina (triger i echo) i na kontrolisani napon 5V. Senzor šalje ultrazvučni impuls i meri vreme njegovog povratka, a softverski se na osnovu toga izračunava razdaljina. Kada ta vrednost dođe do definisane kritične vrednosti (10cm), Arduino zaustavlja pogonski motor.

DHT22 - Senzor relativne vlažnosti vazduha [9] 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 Arduinom se povezuje preko digitalnog pina.



HC-SR04
Ultrazvučni senzor



DHT22
Senzor temperature i vlažnosti



MQ7
Ugljen monoksid senzor



BMP085
Senzor atmosferskog pritiska

Slika 2.Senzori ugrađeni na vozilu

MQ7 - Ugljen monoksid senzor [10] meri koncentraciju ugljen monoksida u vazduhu, veoma je osetljiv i povezuje se preko analognog signala na Arduinu, dovodi mu se +5V na interni grejač i vezuje mu se otpornik ka masi. Senzor očitava vrednosti tek nakon zagrevanja na određenu temperaturu, a do tada na polju u aplikaciji predviđenom za tu vrednost, ispisuje obaveštenje: „Senzor se zagreva“. Sledeći primer predstavlja kôd za senzor ugljen monoksida sa komentarima:

```
void ugljenmonoksid() {
  MQ7.CoPwrCycler();

  if(MQ7.CurrentState()==LOW){
  //prepoznavane niskog naponskog stanja na
  senzoru što znači da je zagrejan i da
  očitava vrednost
  CoData = analogRead(CoSensorOutput);
  Serial.print(CoData);
  Serial.print(":");
  //daje očitanu vrednost
  }

  else{
  //u drugom slučaju od prethodnog  sensor
  je na 5V što znači da je zagrevanje u toku
  Serial.print("Senzor se zagreva!:");
  //ispisuje informaciju u ovom slučaju
  }
}
```

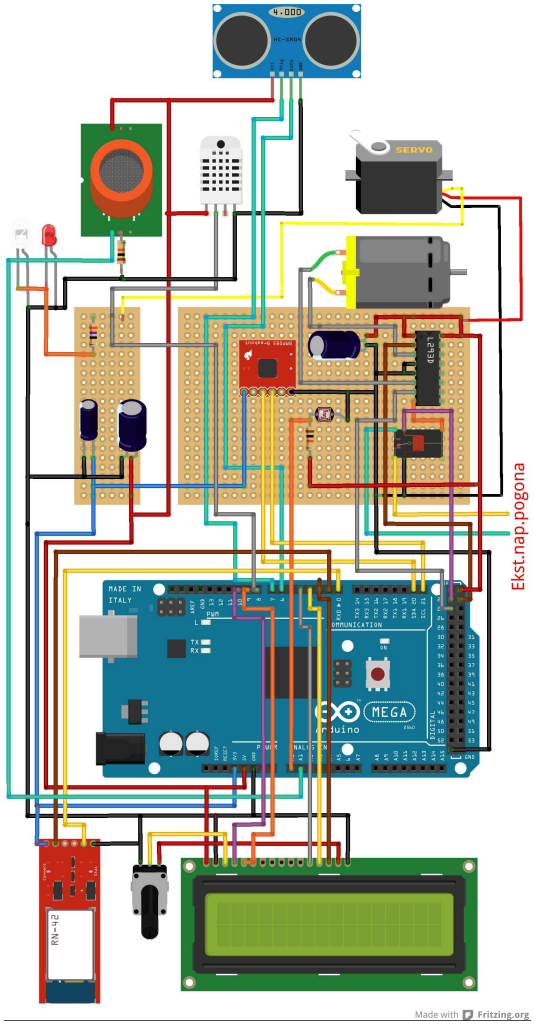
BMP085 - Senzor atmosferskog pritiska [11] sadrži Bosch BMP085 senzor i prateće komponente integrisane na pločici. Povezuje se na 3.3V i omogućava merenje pritiska u opsegu od 300 do 1100hPa sa rezolucijom od 0.01hPa. Merenje temperature se kreće u opsegu od 0 do 65°C, a

senzor beleži i nadmorsku visinu. Sa Arduino mikrokontrolerom se povezuje preko posebnih digitalnih SDA i SCL pinova.

Na vozilu je montiran i *fotootpornik* koji preko analognog pina daje vrednost jačine osvetljenja područja u kome se nalazi. Na osnovu izmerene vrednosti automatski se uključuju LED farovi koji osvetljavaju put vozilu i podešava pozadinsko osvetljenje Android aplikacije.

IV. INTERFEJS

Principijelna šema vozila je kreirana u programu Fritzing [14] i prikazana je na Slici 3. Komunikacija pasivnih i aktivnih komponenata sa Arduino mikrokontrolerom je ostvarena preko jednostavnog interfejsa napravljenog na raster ploči (Slika 4.)

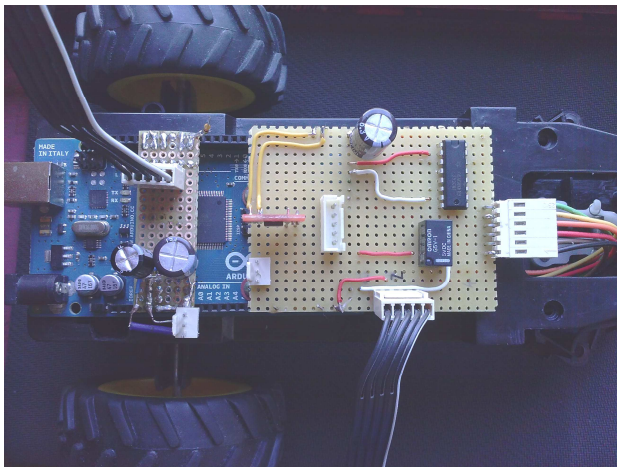


Slika 3. Principijelna šema elektromehaničkog sklopa

Na njemu su zalemljene sve komponente i priključci za komponente koje su montirane na šasiji vozila. Precizno raspoređenim pinovima sa donje strane raster ploče, interfejs se priključuje na Arduino po ugledu na *Socket* tehnologiju. Ovim je rasklapanje celog sklopa pojednostavljeno i za samo par minuta možemo Arduino pločicu odstraniti iz vozila radi upotrebe u drugim projektima. U isto vreme, omogućeno je brzo proširivanje celog sklopa dodavanjem novih elemenata na kreirani interfejs.

Na interfejsu su smeštene sledeće aktivne i pasivne komponente (Slika 4.):

- *Integrisano kolo - IC L239D* [15]
- *Relej- Omron G5V-1*
- *Senzor atmosferskog pritiska - BMP085*
- *Konektori flet kablova* za povezivanje sa senzorima montiranim na šasiji vozila, motorima i ostalim komponentama koje se ne nalaze na interfejs ploči.
- *Elektrolitski kondenzatori* (1000µF i 1500 µF) čija je uloga poništavanje pada napona kontrolisanih strujnonaponskih izlaza Arduina, 3.3V i 5V.
- *Otpornici* koji se ponašaju kao delitelji napona (oni koji se povezuju na masu senzora) odnosno ograničavači struje (kod povezivanja LED farova).

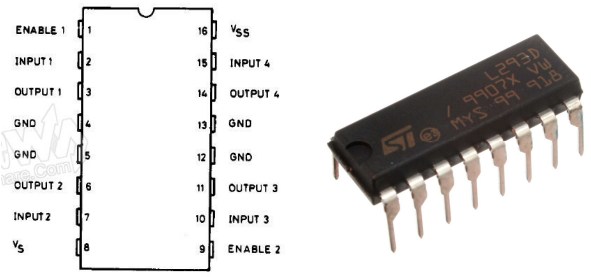


Slika 4. Raster ploča sa ugrađenim elementima

Integrisano kolo L239D (Slika 5.) je ovde iskorišćeno kao drajver DC pogonskog motora i njegova uloga je da menja smer kretanja (napred-nazad) u zavisnosti od dovedene funkcije na Input pinovima 2 i 7. Ovi pinovi se vezuju za digitalne pinove preko Arduino interfejsa i u zavisnosti od stanja na izlaznim pinovima Output 3 i 6 daje + - odnosno - + stanje, kao u Tabeli I. Pinovi 3 i 6 su vezani direktno za DC pogonski motor.

Pinovi 4, 5, 12 i 13 se vezuju za masu i ujedno mogu da služe za odvođenje toplote kola, ako se na njih nalemi hladnjak. Optimizovanjem režima rada, u ovom sklopu nije bilo potrebe za hlađenjem kola.

Pin ENABLE 1 je vezan za kontrolisani naponski izlaz Arduina od 5V tako da je kolo uvek aktivno i "čeka" komandu na IN pinovima da pokrene motor čime je izbegnuto njegovo povezivanje na digitalni izlaz Arduina, što bi samo povećalo kôd i učinilo ga kompleksnijim, a ne dobija se na uštedi energije (jer je kolo svakako neaktivno dok se pinovi 2 i 7 ne dovedu u aktivno stanje).



Slika 5. Integrisano kolo L239D

TABELA I
STANJA NA DRAJVERU POGONSKOG DC MOTORA

IN		OUT		MOTOR
Pin2	**Pin7**	**Pin3**	**Pin6**	**Pravac**
0	0	0	0	Stop
0	1	0	1	Napred
1	0	1	0	Nazad
1	1	NA	NA	Greška

Na pin16 VSS se dovodi napon koji napaja logiku kola, odnosno kontrolisani napon od 5V (pin 1 i pin 16 su kratkospojeni).

VS pin8 je kratkospojen sa izlaznom funkcijom releja Omron G5V-1. Njegova uloga je u izboru napona koji se usmerava i prosleđuje na DC pogonski motor na način koji je opisan u nastavku.

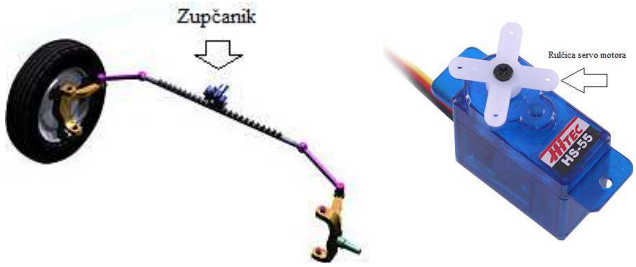
Relej Omron G5V-1 je vrlo malih dimenzija, sa malom potrošnjom energije i niskom cenom. U ovom projektu je iskorišćen kao "birač" napona koji se prosleđuje drajveru pogonskog DC motora. Radi se o niskom naponu, sa jedne strane se prosleđuje 3V a sa druge strane 9V što je ujedno i maksimalni napon kojim se ovaj celokupni sklop napaja. Prednost mehaničkog releja u odnosu na neku drugu tehnologiju (npr. tranzistorski prekidač) u ovom projektu je ta što zauzima mnogo manje mesta nego što bi bilo potrebno za bilo koje drugo rešenje, ne koristi dodatne komponente, nema gubitka napona i struje koji se biraju i prosleđuju i vrlo brzi odziv prilikom promene stanja.

Kontrola promene brzine kretanja je vrlo jednostavna, elektromagnet unutar releja se kontroliše preko digitalnog izlaznog pina Arduina (Tabela II.). Kad je na tom izlazu nisko stanje, relej je u prvom režimu i prosleđuje napon od 3V. Aktiviranjem pina Arduina (visoko stanje) elektromagnet se aktivira i kontrolni pin menja svoj položaj na drugi režim, gde se prosleđuje napon od 9V.

TABELA II
REGULISANJE PROMENE BRZINA POGONA

Arduino	Relej		IC L239D pinVS	Motor
Digital pin	**Pin2**	**Pin9**	**Napon (V)**	**Brzina**
0	0	⏚	3V	D
1	1	⏚	9V	S

Promena pravca kretanja vozila se vrši simulacijom skretanja kao kod pravog automobila, preko zupčaste letve i spona kao na Slici 6. Zupčastu letvu dodiruje zupčanik na koji je fiksirana ručica servo motora [16]. Servo motor se povezuje na digitalni izlazni pin Arduina, na masu i kontrolisani napon od 5V.



Slika 6. Simulacija promene pravca

Primer Arduino kôda za pokretanje servo motora:

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
// Kreiranje objekta servo
int pos = 0;
// Promenljiva koja čuva vrednost položaja ručice
void setup()
{
myservo.attach(9);
// Definišemo na kom je
// pinu povezan data kabl servo motora
}

void loop()
{
for(pos=0;pos<180;pos+=1)
//ručica ide od 0 do 180 stepeni u
 koracima od po 1 stepen
{
myservo.write(pos);
//pomera servo motor u poziciju koju sadrži promenljiva pos
delay(15);
}
for(pos = 180; pos>=1; pos-=1)
//servo ide od 180 do 0 stepeni
{
myservo.write(pos);
//pomera servo motor u poziciju koju sadrži promenljiva pos
delay(15);
}
}
```

V. KOMUNIKACIJA

Komunikacija između vozila i Android aplikacije je ostvarena Bluetooth bežičnom serijskom konekcijom, a zasniva se na stalnom osluškivanju serijskog RX pina na mikrokontroleru. Ukoliko dođe do promene napona na pinu RX mikrokontroler je prepoznaje i čita zabeleženu vrednost, koja se prosleđuje dalje kao izvršni parametar u Arduino kôdu. Informacije koje se šalju iz Android

aplikacije ka Arduinu su komande za kretanje i upiti stanja senzora.

Komunikacija u drugom smeru, od mikrokontrolera ka Bluetooth uređaju je ostvarena preko TX pina. Android aplikacija na mobilnom uređaju ima u sebi aktiviran servis koji u pozadini stalno osluškuje da li ima povratnih informacija od strane Arduino mikrokontrolera odnosno Bluetooth predajnika. Primljene informacije predstavljaju promene (izmerene vrednosti) na montiranim senzorima.

Svi podaci, koji su primljeni na Android uređaju, prikazani su na samom interfejsu aplikacije a mogu biti prosleđeni na bilo koji uređaj (Telefon, Smart TV, Kompjuter,...) [12] koristeći WiFi konekciju.

Android aplikacija sa udaljenim kompjuterom komunicira preko WiFi konekcije, koja koristi TCP/IP protokol 802.11 ili korišćenjem mobilne Internet mreže. U aplikaciji se aktivira osluškivanje ka Internet konekciji preko ugrađenog dugmeta što aktivira kôd koji svake sekunde očitava informaciju sa udaljenog PHP servera. U trenutku očitavanja te informacije, ona se prepoznaje i šalje preko Bluetooth konekcije vozilu, na prethodno opisani način.

Na strani PHP servera se nalazi Web aplikacija koja pruža identične funkcionalnosti kao i Android aplikacija kao i praćenje video signala koji šalje IP kamera [13] telefona montiranog na vozilo, u realnom vremenu. Dodatak praćenja slike u realnom vremenu sa vozila omogućava udaljenu kontrolu sa bilo kog kraja sveta, kao i kontrolu onda kada se vozilo šalje na nepristupačno mesto.

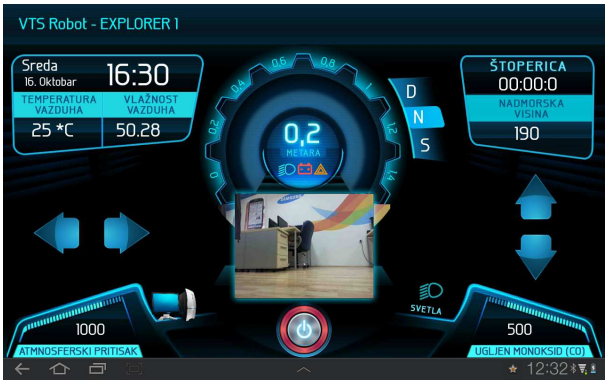
Spoj ovih tehnologija, Arduino mikrokontrolera, Android aplikacije i PHP Web aplikacije je nešto što se po prvi put primenjuje u praksi. Ovim je komunikacija vozila i čoveka ograničena samo rasprostranjenošću Interneta.

VI. ANDROID I PHP APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE

Za izradu Android aplikacije korišćeno je *ADT Eclipse* razvojno okruženje, koje u sebi ima integrisano Android development okruženje. Web aplikacija je razvijena korišćenjem PHP serverskog jezika i MySQL baze podataka.

Interfejs aplikacije (Slika 7.) podseća na kontrolnu tablu nekog futurističkog vozila, sa implementiranim komandama za kretanje. Sa leve gornje strane prikazane su informacije o datumu i vremenu, temperaturi u Celzijusovim stepenima i vlažnosti vazduha u procentima.

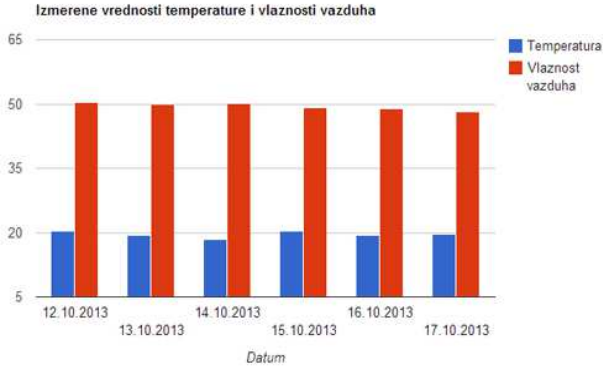
Na sredini se nalazi pokazivač osvetljenja okruženja u kome se vozilo nalazi i razdaljine od prepreke na koju nailazi, izraženo u metrima. Ispod toga, u centralnom delu korisnik može da prati snimak sa IP kamere. U gornjem desnom uglu aplikacije nalazi se štoperica koja se aktivira klikom na to područje i nadmorska visina na kojoj se nalazi vozilo, očitana sa senzora. Oznake D, N i S označavaju tri moda u kojima vozilo može da se nađe: N za stanje mirovanja u kome vozilo aktivira senzore za merenje, D za kretanje unapred manjom brzinom i savladavanje većih uspona i S za kretanje većom brzinom na ravnim deonicama. Klikom na S, relej povezan sa Arduinom preko opisanog interfejsa drajveru pogonskog motora preusmerava viši napon i time omogućava brže kretanje vozila. Donji desni ugao nam pokazuje nivo ugljen monoksida u okruženju i ikonicu na kome ručno možemo uključiti farove montirane sa prednje i zadnje strane vozila. Tako je omogućeno manualno uključivanje svetala. U donjem levom uglu aplikacije se nalazi rezervisano mesto za vrednost atmosferskog pritiska izraženog u hektopaskalima (hPa).



Slika 7. Interfejs Android i PHP aplikacije za kontrolu vozila

Komande kretanja su smeštene na sredini leve strane ekrana za biranje smera levo-desno, a na sredini desne strane ekrana za biranje pravca kretanja, napred-nazad. Osim klasičnog kontrolisanja kretanja pomoću strelica, vozilo može da se kontroliše i pomoću akceleracionog senzora ugrađenog u Android uređaj. Na taj način je Android uređaj pretvoren u virtuelni upravljač koji upravlja vozilom jednostavnim naginjanjem u stranu. Kod Web aplikacije smeštene na PHP serveru kontrola vozila je moguća i pomoću tastera sa strelicama na tastaturi računara. U sredini ekrana se projektuje video snimak u realnom vremenu, koji beleži IP kamera (kamera telefona) montirane na krovu vozila.

Svi izmereni podaci se beleže u MySQL bazi pa se kao takvi mogu koristiti za kreiranje odgovarajućih izveštaja. Odabirom vremenskog perioda može se dobiti grafik koji daje izmerene vrednosti bilo kog senzora u zadatom periodu (Slika 8.)



Slika 8. Izgled jednog od izveštaja

Android i PHP aplikacija omogućavaju kontrolu vozila (Slika 9.) i statističko praćenje izmerenih podataka. One predstavljaju softverski deo ovog projekta, dok je drugi deo izazova bilo projektovanje i konstrukcija vozila. Celokupan postupak razvoja i izgled vozila su prikazani u okviru promo filma pod nazivom „VTŠ Explorer 1“ koji se nalazi na YouTube kanalu VTŠ Apps Tima [17].



Slika 9. *VTŠ Explorer 1* robot-vozilo

VII. ZAKLJUČAK

VTŠ Explorer predstavlja celokupno rešenje problema akvizicije podataka na nepristupačnim područjima. Srž realizovanog vozila predstavlja Arduino mikrokontroler, dok senzori koji se nalaze na vozilu služe za merenje parametara okoline. Kako bi omogućili kontrolu kretanja vozila i očitavanje izmerenih podataka kreirana je Android aplikacija . Za detekciju rastojanja od prepreke, promenu brzine kretanja i pomoć kod zaobilaženja iste iskorišćen je ultrazvučni senzor rastojanja od prepreke. Ugrađeni svetlosni senzor automatski uključuje farove na vozilu kada uđe u tamno područje.

Takođe, razvijena je PHP Web aplikacija koja omogućava da se upravljanje robotom preda operateru koji nije na terenu već u svojoj kancelariji kilometrima daleko. IP kamera koja je montirana na vozilu šalje serveru video signal koji operator vozila koristi da bi posmatrao teren na kome se vozilo kreće. Izmerene vrednosti se snimaju u MySQL bazu podataka, na osnovu čega se kreiraju izveštaji (grafikoni) se izmerenim vrednostima u odabranom vremenskom periodu. 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 projektu *VTŠ Explorer* biće izvršena dodatna analiza rešenja, u smislu dometa i brzine odziva, sa ciljem dodatne optimizacije realizovanog rešenja.

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. Posebnu zahvalnost dugujemo Milošu Popoviću, *event and special project manager*-u, za permanentnu pomoć i podršku.

LITERATURA

[1] Wei-Meng-Lee, Beginning Android 4 Application Development, Wrox, 2012.
[2] John Baichtal, Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs, Amazon, 2013.
[3] Hugh E. Williams i David Lane, Web aplikacije i baze podataka PHP i MySQL, Mikro knjiga, Beograd 2009.
[4] Arduino Mega Board, http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega, oktobar 2013.
[5] Arduino softver, http://arduino.cc/en/Main/Software, oktobar 2013.
[6] Digitalni displej, http://www.saperel.com/LCD16x2BL, oktobar 2013.
[7] William A. Shay, Savremene komunikacione tehnologije i mreže, Kompjuter biblioteka, Beograd 2010.
[8] Dokumentacija za senzor rastojanja od prepreke, https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit, oktobar 2013.
[9] Dokumentacij senzor temperature i vlažnosti vazduha DHT22, https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf, oktobar 2013.
[10] Dokumentacija senzor ugljen monoksida MQ7, https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf, oktobar 2013.
[11] Dokumetacija senzor atmosferskog pritiska BMP085, https://www.sparkfun.com/products/retired/9694
[12] Hadži Mario Petrović, Miloš Milojević, Miloš Kosanović, Slavimir Stošović, “ Multiplayer aplikacija za smart TV kontrolisana pokretom ruke,” Zbornik radova 5. IEEESTEC Konferencija, Niš, Srbija, Novembar 2012. pp. 137-151
[13] IP kamera, http://en.wikipedia.org/wiki/IP_camera, oktobar 2013.
[14] Fritzing, besplatan program za izradu šema i dijagrama, http://fritzing.org/download/, oktobar 2013.
[15] Dokumentacija za IC L239D, http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293d.pdf, oktobar 2013.
[16] Kontrola servo motora pomoću Arduino mikrokontrolera, http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep, oktobar 2013.
[17] VTŠ Explorer 1 promo film, http://www.youtube.com/watch?v=yKZJHq831Vg, oktobar 2013.

Aplikacija „IEEESTEC kviz“

Ž. Kalezić, M. Marjanović

Sadržaj – U ovom radu prikazana je aplikacija „IEEESTEC kviz“, realizovana za potrebe 6. međunarodne konferencije studentskih projekata IEEESTEC. U prvom delu rada opisane su igre i objašnjen način bodovanja, dok je u drugom delu prikazana implementacija aplikacija.

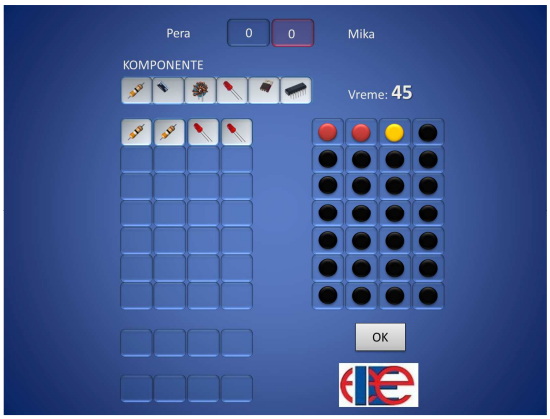
I. Opis igara i način bodovanja

Aplikacija „IEEESTEC“ kviz realizovana je po ugledu na kviz Slagalica [1], sa modifikovanim igrama.

A. “Komponente”

Komponenta je igra sa znakovima. Ponuđeno je 6 znakova (slika 1). Od 6 znakova traži se kombinacija od 4 znaka koje program nasumično izabere. Prvi takmičar ima 7 pokušaja da pogodi kombinaciju. Nakon svakog pokušaja program izbacuje informaciju koliko je znakova pogođeno i koliko je na mestu. Ukoliko posle 7 pokušaja prvi igrač ne pogodi kombinaciju, drugi igrač ima jedan pokušaj. Ukoliko ni jedan takmičar ne pogodi kombinaciju, rešenje se ispisuje. Generišu se dve kombinacije u toku jedne partije. Plavi takmičar igra prvi, crveni drugi. Igra je vremenski ograničena na 120 sekundi. Klikom na znak on se upisuje u prvo polje, i tako redom. Ukoliko je unešen neželjeni znak, briše se ponovnim klikom na polje iz koga želimo da obrišemo znak. Kada se unese željena kombinacija, treba kliknuti na OK, da bi program izvršio proveru kombinacije. Crveni krug s desne strane označava znakove na mestu, a žuti da je u kombinaciji, ali nije na mestu. Izgled igre „Komponente“ prikazana je na slici 2.

Bodovanje. Plavi igrač: prvi – četvrti pokušaj tačno dobija 30 poena, peti pokušaj tačno- 25 poena, šesti pokušaj tačno- 20 poena, sedmi pokušaj tačno- 15 poena. Crveni igrač: ako pogodi dobija 15 poena.



Slika 1. Maska igre “Komponente”

Ž. Kalezić, Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet Niš, Srbija, E-mail: zeljkokalezic@gmail.com
M.Marjanović, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet Niš, Srbija, E-mail: milos.marjanovic@elfak.ni.ac.rs

B. “Matematika”

Matematika je igra sa brojevima. Program izabere trocifren broj, koji treba dobiti korišćenjem ponuđenih brojeva, datih u matrici 3x3 i operacija (sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje) i zagrada. U matrici se generiše 7 jednosifrenih brojeva i 2 broja iz niza 10, 20, 50, 100. Prvo igra plavi, a zatim svoj broj dobija crveni igrač; svaki takmičar dobija svoj broj. Izabrani broj i operaciju (levim klikom na cifru ili operaciju) prikazuju se u polju za unos formule. Klikom na dugme OBRIŠI briše se poslednje unešena cifra (pa je ponovo dostupna u matrici) ili operacija. Broj korišćenja jedne operacije nije ograničen. Kada se unese formula, treba kliknuti na OK. Vreme igre ograničeno je na 120 sekundi, ukoliko je vreme isteklo, program proverava trenutno upisanu formulu.

Bodovanje. Ako se dobije tačan broj, takmičar dobija 30 poena, ako je razlika od tačnog broja do ±1, takmičar osvaja 20 poena, 10 poena ukoliko je razlika do ±5, 5 poena ako je razlika do ±10.



Slika 2. Maska igre “Matematika”

C. “Fakultet”

Fakultet je igra znanja iz oblasti elektronike i računarstva. Program postavlja 10 pitanja za svakog takmičara iz baze i nudi 4 odgovora, od kojih je samo jedan tačan. Odgovor se bira levim tasterom miša na polje gde je ispisan. U slučaju da takmičar ne zna odgovor može odabrati opciju BEZ ODGOVORA. Vreme za odgovor na jedno pitanje je 10 sekundi, nakon toga pojavljuje se sledeće pitanje. Takmičar može izabrati pomoć POLA-POLA, pri čemu program treba da odstrani dva odgovora, a ostavi tačan odgovor i jedan nasumično izabran netačan odgovor. Kada takmičar izabere odgovor, ukoliko je tačan

to polje postane na pr. zeleno i dobije odgovarajuće poene, ukoliko je odgovor netačan označeno polje postaje na pr. crveno i takmičaru se oduzimaju poeni, pri tom, polje sa tačnim odgovorom postane zeleno.

Bodovanje. Za svaki tačan odgovor takmičar dobija 3 poena. Ukoliko tačno odgovri nakon iskorišćene pomoći POLA-POLA dobija 1 poen. Ako je odgovor netačan u oba slučaja, takmičar gubi 2 poena. Kada klikne na dugme BEZ ODGOVORA, tada nema bodovanja.



Slika 3. Maska igre “Fakultet”

D. “Škola”

Škola je igra opšteg znanja. Program postavlja 5 pitanja za svakog takmičara koji upisuje preko tastature tačan odgovor u polje predviđeno za to. Ukoliko takmičar zatraži POMOĆ PRIJATELJA, na mestu za odgovor prikazuje se prvo slovo odgovora. Vreme za odgovor na jedno pitanje je 20 sekundi, nakon toga pojavljuje se sledeće pitanje. Na prvo pitanje odgovara plavi takmičar, ukoliko da netačan odgovor, pravo odgovora ima crveni takmičar. Ukoliko crveni takmičar tačno odgovori, dobija predviđene poene i nastavlja sa odgovaranjem na sledeća pitanja, dok ne da pogrešan odgovor, kada plavi takmičar ima pravo da ponovo odgovara. Ovo važi za rundu od 5 pitanja, nakon toga počinje druga runda od 5 pitanja, gde prednost ima crveni takmičar. Crveni takmičar gubi pravo odgovaranja posle prvog netačnog odgovora, a može ponovo da odgovara tek nakon što u ovoj rundi plavi takmičar odgovori netačno ili ne da ni jedan odgovor. Takmičar koji preuzme igru može da iskoristi POMOĆ PRIJATELJA, ukoliko već nije iskorišćena. Takođe, pošto taj takmičar nastvlja igru do netačnog odgovora, ima pravo na ovu pomoć u nastavku igre.Ukoliko niko od takmičara nije dao tačan odgovor, odgovor se prikazuje u polju za upis odgovora.

Bodovanje. Za svaki tačan odgovor takmičar dobija 3 poena, bez obzira da li je imao prednost ili je stekao mogućnost da odgovara nakog netačnog odgovora drugog takmičara. U ovoj igri nema negativnih poena.Ukoliko je takmičar zatražio POMOĆ PRIJATELJA za tačan odgovor dobija 2 poena. Ako je prvi takmičar i nakon iskorišćene pomoći dao netačan odgovor ne gubi poene, već mogućnost da odgovara stiče drugi takmičar koji za tačan odgovor dobija 1 poen i nema pravo na još jednu pomoć za to pitanje. Dakle, kada takmičar preuzme igru, ako nije bilo slovne pomoći dobija 3 poena. I za svaki naredni tačan odgovor dobija 3 poena i može da traži pomoć, ravnopravno kao takmičar čija je runda u toku.



Slika 4. Maska igre “Škola”

E. “Ukrštenica”

Ukrštenica je enigmatska igra. Iz baze se učita zadatak, takmičari preko tastature unose slova. U jednu ćeliju upisuje se jedno slovo, ukoliko je slvo složeno (LJ, NJ) tada igrač ima mogućnost da kada klikne na dugme „Slovna pomoć“, u selektovanoj ćeliji se prikaže tačno slovo. Prvo igra plavi igrač, koji strelicama sa tastature bira gde će vršiti upis. Ukoliko je reč tačna za svako slovo dobija 1 poen. Ukoliko je reč netačna, ostaju upisana slova koja su na tačnim pozicijama, ostala se gube i plavi takmičar ne dobija poene. Igru preuzima crveni takmičar, koji igra do trenutka kada je upisao pogrešnu reč. Reči koje je rešio plavi takmičar se ispisuju slovima plave boje, a reči koje je pogodio crveni takmičar se ispisuju crvenim slovima. Kada jedan od takmičara reši reč, koju je prethodno rešavao protivnik, dobija po jedan poen za svako slovo, a protivnik gubi isto toliko poena.

II. Implementacija

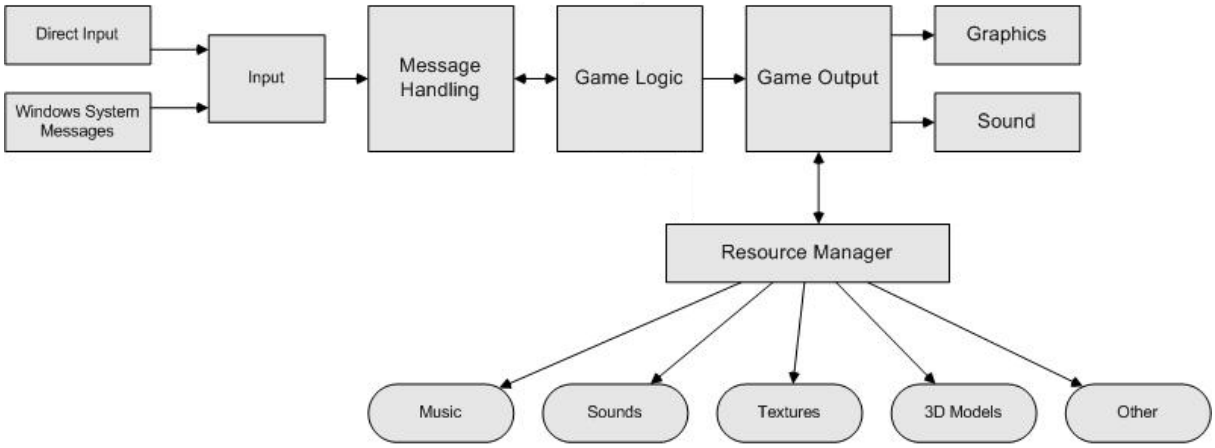
A. Genralni opis arhitekture

Igra je implementirana u jeziku C# korišćenjem tehnologije WPF[2] (*Windows Presentation Foundation*). Windows Presentation Foundation (WPF) je tehnologija za pravljenje vizuelno naprednih Windows i Web aplikacija. WPF predstavlja grafički podsistem .NET Framework-a. Obezbeđuje konzistentan programski model za izgradnju aplikacija i obezbeđuje jasnu razliku između korisničkog interfejsa (UI) i biznis logike. Igra je namenjena Windows

operativnom sistemu i zamišljena je tako da na jednom računaru igraju dva igrača naizmenično.

Dijagram arhitekture igre je dat na slici 5. Delovi arhitekture su:

- Ulaz (Input)
- Obrada Poruka (Message Handling)
- Logika Igre (Game Logic)
- Izlaz iz Igre (Game Output)
- Menadžer Resursa (Resource Manager).



Slika 5. Arhitektura igre

Logika igre je enkapsulirana u posebnim klasama za svaku igru pojedinačno, takođe svaka instanca klase čuva trenutno stanje igre. Posebna klasa na globalnom nivou je zadužena za čuvanje podataka o igračima i o trenutnom stanju bodova.

Ulaz i obradu korisničkih poruka obavlja WPF[3]. WPF je takođe zadužen za prosleđivanje korisničkog unosa trenutnoj igri i za iscrtavanje stanja igre na ekranu. Stanje igre se iscrtava korišćenjem odgovarajućih resursa (teksta, slika, itd...).

B. Osvrt na algoritme po igrama

Generisanje slučajnih (random) brojeva. Ovaj algoritam upotrebljen je u prvoj igri. Igra generiše kombinaciju koju treba pogoditi kodiranu brojevima korišćenjem System.Random klase koja se inicijalizuje korišćenjem seed-a generisanog konverzijom niza bitova u Int32 dobijenih uz pomoć System.Security.Cryptography. RNGCryptoServiceProvider[4] klase.

Shuffle metoda. Ovaj algoritam se koristi za genrisanje skupa brojeva nad kojima se vrše matematičke operacije za dobijanje tačnog boja u drugoj igri. Izabrana je shuffle metoda umesto generisanja brojeva random metodom da se ne bi došlo do ponavljanja brojeva. Skup brojeva se dobija tako što nasumično poređamo(izmešamo) skup brojeva od jedan do devet i skup brojeva: 10, 20, 50 i 100, a zatim zamenimo dva broja iz prvog skupa sa dva broja iz drugog skupa. Ova zamena se vrši da bi ispoštovali pravilo da imamo samo dva dvocifrena broja u skupu. Treba napomenuti da se ova metoda koristi i za izbor pitanja u trećoj i četvrtoj igri gde se iz skupa pitanja nasumično poređanih uzimaju prvih deset odnosno pet pitanja.

Parser matematičkih izraza. Ovo je najkomplikovaniji algoritam u aplikaciji. S obzirom da je razvijanje algoritma za obradu matematičkih izraza komplikovan i složen proces odlučili smo se da iskoristimo gotovu implementaciju MathParserTK [5]. Ovaj parser radi tako što prevodi inicijalni izraz iz infix notacije u inverznu poljsku notaciju i zatim vrši izračunavanje izraza.

C. Smeštanje podataka o pitanjima u igri

Kao baza podataka za igre sa pitanjima koriste se Excel fajlovi. Ovaj način je izabran kako bi se omogućilo lako dodavanje novih pitanja iz okruženja koje je poznato svim korisnicima. Za obradu podataka iz Excel fajlova korišćena je Excel Data Reader biblioteka[6].

III. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana implementacija aplikacije „IEEESTEC kviz“. Ova aplikacija pored zabavnog ima i edukativni karakter. Ostavljena je mogućnost nadogradnje u smislu dodavanja novih zadataka u postojećim i generisanje novih igara.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju dipl. ing. Milici Rašić i dipl. ing. Milošu Ljubomiroviću na pomoći prilikom realizacije kviza.

LITERATURA

[1] Slagalica, kviz. [On Line] Dostupno na: http://www.slagalica.tv/

[2] Windows Presentation Foundation. [On Line] Dostupno na: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa970268.aspx

[3] Windows Presentation Foundation Input Overview. [On Line] Dostupno na: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754010.aspx

[4] RNGCryptoServiceProvider Class. [On Line] Dostupno na: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.security.cryptography.rngcryptoserviceprovider.aspx

[5] Parser matematičkih izraza. [On Line] Dostupno na: http://www.codeproject.com/Tips/381509/Math-Parser-NET-Csharp

[6] Excel Data Reader. [On Line] Dostupno na: http://exceldatareader.codeplex.com/

Poboljšan proračun performansi kvantizera Gausovog izvora zasnovan na aproksimaciji funkcije gustine verovatnoće

N. Simić, Z. Perić

Sadržaj - U ovom radu se razmatra proračun performansi kvantizera. Koristi se deo po deo linearna i deo po deo uniformna aproksimacija funkcije gustine verovatnoće. Za aproksimirane funkcije gustine verovatnoće formira se kompresorska funkcija. Na osnovu ovako formiranih kompresorskih funkcija projektuju se deo po deo linearni i deo po deo uniformni kompanding kvantizer. Projektovanje je izvršeno za Gausov izvor na ulazu kvantizera. Performanse predloženih modela procenili smo na osnovu poređenja sračunatih vrednosti odnosa signal-šum kvantizacije sa vrednostima sličnih modela dostupnih u literaturi kao i greške aproksimacije između predloženih modela.

I. UVOD

Pojave u realnom svetu kao što su pokret, zvuk ili slika imaju kontinualan karakter. Sa druge strane, sa razvojem tehnologije personalni računari preuzeli su dominantnu ulogu u procesiranju različitih vrsta podataka, kontroli različitih procesa kao i njihovoj automatizaciji. Međutim, računar je diskretan uređaj i podatke ne može da čuva u kontinualnom obliku.

Postupak u kome se kontinualne informacije prevode u digitalan oblik naziva se digitalizacija. Ovaj postupak se zasniva na uzorkovanju- u diskretnim vremenskim trenucima, sa tačno određenim razmacima vrši se odmeravanje, u zavisnosti od prirode informacije koja se prevodi u digitalan oblik. Da bi se digitalizovao zvuk, uređaj koji vrši odmeravanja meri amplitude zvučnog talasa. Sa druge strane, da bi se digitalizovala slika vrši se uzorkovanje boje slike na malim rastojanjima. U slučaju da je potrebno digitalizovati pokret, slike se uzorkuju i po vremenskoj komponenti, tako da se na ekranu prikazuje više slika u sekundi.

Sa razvojem tehnologije dolazi do eksponencijalnog povećanja količine podataka u svim informacionim oblastima, tako da je neophodno optimizovati količinu podataka potrebnu za skladištenje. Kao rezultat toga, uzimajući u obzir i ograničenost propusne moći komunikacionih kanala, kompresija digitalizovanog sadržaja postaje neophodna.

Kompresija je proces sažimanja podataka, odnosno pretvaranja podataka u oblik koji zahteva manju količinu memorije za čuvanje. S obzirom na veliku potrebu za kompresijom usled sve veće količine informacija oko nas, postupci za kompresiju se intenzivno razvijaju poslednjih tridesetak godina i istraživanja u ovoj oblasti su vrlo intenzivna i danas.

Digitalni prenos signala predstavlja dominantan vid prenosa u savremenim telekomunikacijama. Čak i oblasti u kojima je tradicionalno dominirao analogni prenos (kao što su TV i radio) danas se uveliko digitalizuju. Zbog toga, proces analogno-digitalne konverzije predstavlja veoma važan deo savremenih telekomunikacionih sistema, a samim tim i kvantizacija kao ključni deo A/D konverzije ima veliki značaj.

Najjednostavniji kvantizer je uniformni kvantizer. Za konstrukciju optimalnih kvantizera, tj. kvantizera koji će za datu funkciju gustine verovatnoće $p(x)$ da imaju minimalnu distorziju koristi se iterativni Lojd-Maks algoritam. Ukoliko je potrebno da kvantizer ima veliki broj kvantizacionih nivoa N koristi se kompanding kvantizer. Najčešće korišćene kompresorske funkcije su zasnovane na logaritamskom zakonu (zbog svoje praktične primene) [[1], standardi 6.712, 6.711]. Optimalni kompanding kvantizer ima performanse bliske optimalnom Lojd-Maksovom kvantizeru, ali zahteva rešavanje integralnih jednačina [2] za Gausovu funkciju gustine verovatnoće, čime kompanding model gubi smisao jednostavnosti zbog koga je uveden [2].

Problem realizacije optimalnog kompanding kvantizera do sada je rešavan korišćenjem deo po deo uniformne aproksimacije [3] [4] , a u radu [5] se koriste aproksimacije kompresorske funkcije. U radu [6] razmatrana je aproksimacija funkcija gustine verovatnoće za laplasov izvor dok se u radu [7] razmatra aproksimacija funkcija gustine verovatnoće i za Gausov izvor. Dobijeni rezultati PSQNR-a za Gausov izvor sadržali su izvestan stepen odstupanja od očekivanih vrednosti pa je razmatrana i greška aproksimacije. U ovom radu predložen je poboljšan algoritam i analizarani su rezultati kako za deo po deo uniformnu aproksimaciju (DDU) funkcije gustine verovatnoće, tako i za deo po deo linearnu (DDL) aproksimaciju.

Optimalni kompandor za Gausov izvor ima teorijski značaj, ali ne i praktični, te zbog toga u ovom radu vršimo aproksimacije Gausove funkcije gustine verovatnoće (DDU i DDL) i za tako dobijene aproksimacije određujemo kompresorske funkcije koje lako izračunavamo kao i

N. Simić and Z. Perić are with the Department of Telecommunications, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: simicnikola90@gmail.com; zoran.peric@elfak.ni.ac.rs

njihove ekspandorske funkcije. Dalje nam je cilj da vidimo koliko ovako projektovani kvantizeri odstupaju od optimalnog kompanding kvantizera.

Optimalna kompresorska funkcija daje maksimalni odnos signal-šum kvantizacije (SQNR) za referentnu varijansu ulaznog signala.

U ovom radu se vrši aproksimacija Gausove funkcije gustine verovatnoće pomoću linearnih funkcija (splajn funkcije prvog reda [1], [8]). Za tako dobijene aproksimativne funkcije, određuje se kompresorska funkcija na osnovu koje se projektuje kvantizer i određuju njegove perfomanse. U zavisnosti od načina dobijanja aproksimativne funkcije biće razmatrani deo po deo uniformni skalarni kvantizeri (DDLSK) i deo po deo linearni skalarni kvantizeri (DDUSK).

II. KOMPANDING KVANTIZER ZA GAUSOVU FUNKCIJU GUSTINE VEROVATNOĆE

Jedan od osnovnih zadataka koji se postavlja pred moderne telekomunikacione i elektronske sisteme jeste obrada, prenos i skladištenje različitih tipova signala. Veliki broj signala spada u grupu analognih (kontinualnih i u vremenu i po amplitudi) slučajnih signala- govorni signal, audio signal, signali mirne i pokretne slike.

Ovi signali mogu da se opišu (modeluju) nekom funkcijom gustine verovatnoće $p(x)$, gde x predstavlja trenutnu vrednost signala. Najčešće se koriste Laplasova i Gausova funkcija gustine verovatnoće [1] koju razmatramo u ovom radu i pomoću koje modelujemo signal na ulazu skalarnog kvantizera. Gausova funkcija gustine verovatnoće definiše se sa:

$$p(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \tag{1}$$

gde σ predstavlja standardnu devijaciju ulaznog signala.

Reprezentacioni nivoi $\{y_1,\ldots,y_{\max}\}$ i granice odluke $\{x_0, x_1,\ldots,x_{\max}\}$ kojima se ulazni opseg kvantizera deli na N ćelija ili intervala kvantovanja jednoznačno određuju skalarni kvantizer.

Kvalitet kvantovanog signala se meri pomoću odnosa signal-šum (SQNR) koji se izražava u decibelima, a računa kao:

$$SQNR=10\log_{10}\left(\frac{\sigma^2}{D}\right) \tag{2}$$

Ukupna distorzija D predstavlja zbir granularne distorzije D_g i distorzije prekoračenja D_p:

$$D=D_g+D_p \tag{3}$$

Granularna distorzija se definiše na sledeći način:

$$D_g=\sum_{j=2}^{N-1}\int_{x_{j-1}}^{x_j}(x-y_j)^2\,p(x)dx, \tag{4}$$

dok se distorzija prekoračenja definiše sa [1]:

$$D_p=2\int_{x_{\max}}^{\infty}(x-y_N)^2\,p(x)dx. \tag{5}$$

Reprezentacioni nivoi y_N se određuju iz uslova centroida:

$$y_N=\frac{\int_{x_{\max}}^{\infty}xp(x)dx}{\int_{x_{\max}}^{\infty}p(x)dx} \tag{6}$$

Granularna distorzija kompanding kvantizera je određena Benetovim integralom [1]:

$$D_g=\frac{x_{\max}^2}{3N^2}\int_{-x_{\max}}^{x_{\max}}\frac{p(x)}{[c'(x)]^2}dx \tag{7}$$

gde je

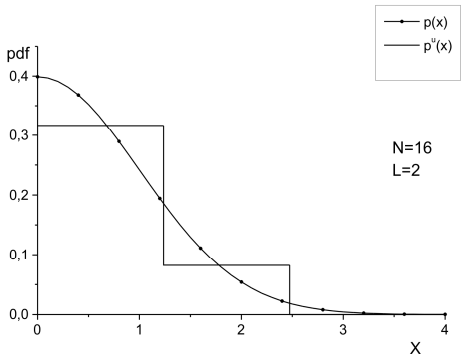
$$c(x)=x_{\max}\frac{\int_0^x p^{1/3}(x)dx}{\int_0^{x_{\max}}p^{1/3}(x)dx} \tag{8}$$

optimalna kompresorska funkcija kojom se postiže maksimalna vrednost SQNR-a.

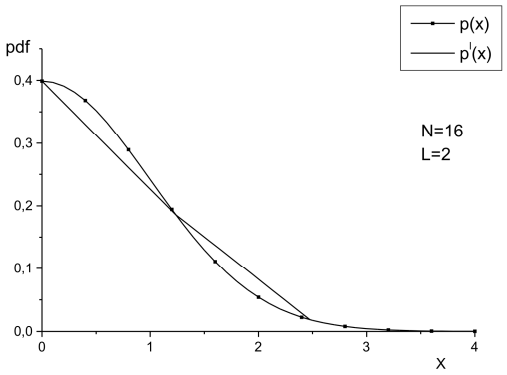
III. KONSTRUKCIJA KOMPANDING KVANTIZERA KORIŠĆENJEM APROKSIMACIJE FUNKCIJE GUSTINE VEROVATNOĆE

U ovom poglavlju će biti detaljno opisani modeli kvantizera DDUSK i DDLSK. Amplitudski opseg oba modela kvantizera podeljen je na po L segmenata u svakom kvadrantu, dok je svaki segment podeljen na određeni broj ćelija čije se veličine razlikuju.

Na Sl.1 prikazana je deo po deo uniformna aproksimacija Gausove funkcije gustine verovatnoće dok je na Sl.2 prikazana deo po deo linearna aproksimacija.



Sl. 1. Deo po deo uniformna aproksimacija-DDUSK



Sl. 2. Deo po deo linearna aproksimacija-DDLSK

U oba slučaja broj segmenata na koji se aproksimira funkcija je dva, dok je ukupan broj ćelija u prvom kvadrantu 16. Ujedno, ovo su slučajevi koji daju najslabije performanse od razmatranih, tj. najmanju vrednost SQNR-a, najveću distorziju prekoračenja i najvišu vrednost greške aproksimacije [7].

Aproksimativna funkcija gustine verovatnoće za uniforman način aproksimiranja pomoću kojeg se projektuje DDUSK jednaka je:

$$p_i^u(x) = \frac{1}{\Delta}\int_{(i-1)\Delta}^{i\Delta} p(x)dx = \frac{1}{2\Delta}\left(erf\left(\frac{i\Delta}{\sqrt{2}}\right) - erf\left(\frac{(i-1)\Delta}{\sqrt{2}}\right)\right) \quad (9)$$

gde je $i=1,\ldots,L$, dok Δ predstavlja širinu segmenta:

$$\Delta = \frac{x_{\max}}{L} \quad (10)$$

Kompresorska funkcija ovako definisane aproksimativne funkcije gustine verovatnoće je:

$$c_i^u(x) = x_{\max}\frac{\int_0^x \left(p_i^u(x_i)\right)^{1/3}dx}{\int_0^{x_{\max}} \left(p(x)\right)^{1/3}dx},\ i=1,\ldots,L \quad (11)$$

Funkciju pomoću koje se aproksimira funkcija gustine verovatnoće, a na osnovu koje se formira kompresorska funkcija pri projektovanju DDLSK modela definišemo sa [8]:

$$p_i^l(x) = \begin{cases} a_1x + b_1, x \in \left[0, x_1^{seg}\right] \\ . \\ . \\ . \\ a_ix + b_i, x \in \left[x_{i-1}^{seg}, x_i^{seg}\right] \end{cases},\ i=1,\ldots,L \quad (12)$$

pri čemu su koeficijenti a_i i b_i određeni na sledeći način:

$$a_i = \frac{p\left(x_i^{seg}\right) - p\left(x_{i-1}^{seg}\right)}{x_i^{seg} - x_{i-1}^{seg}},\ i=1,\ldots,L \quad (13)$$

$$b_i = p\left(x_{i-1}^{seg}\right) - a_i x_{i-1}^{seg},\ i=1,\ldots,L \quad (14)$$

Amplituda maksimalnog opterećenja x_{max} je definisana sa [2] :

$$x_{\max} = \sqrt{6\ln N} \times\left[1 - \frac{\ln\ln N}{4\ln N} - \frac{\ln\left(3\sqrt{\pi}\right)}{2\ln N}\right] \quad (15)$$

gde je $x_{\max}$ saport regiona, tj. donja granica neograničenog intervala $\left(x_{\max}, \infty\right)$ i važi $x_{N-1} = x_{\max}$.
Ukupan broj ćelija u prvom kvadrantu je:

$$\sum_{i=1}^{L} N_i = \frac{N-2}{2} \quad (16)$$

Kompresorska funkcija ovako definisane aproksimativne funkcije gustine verovatnoće je:

$$c_i^l(x) = x_{\max} \frac{\int_0^x \left(p_i^l(x_i)\right)^{1/3} dx}{\int_0^{x_{\max}} \left(p(x)\right)^{1/3} dx}, \; i = 1,\ldots,L \quad (17)$$

Granularna distorzija za model DDLSK se dobija zamenom izraza (12), (16) i (17) u (7):

$$D_g^l = \frac{2 \cdot C_0^2}{3(N-2)^2} \times \left(\int_0^{x_{\max}} \left(p_i^l(x)\right)^{\frac{1}{3}} dx \right), i = 1,\ldots,L \quad (18)$$

dok se granularna distorzija za model DDUSK se dobija zamenom izraza (9), (11) i (16) u (7):

$$D_g^u = \frac{2 \cdot C_0^2}{3(N-2)^2} \times \left(\int_0^{x_{\max}} \left(p_i^u(x)\right)^{\frac{1}{3}} dx \right), i = 1,\ldots,L \quad (19)$$

gde je:

$$C_0 = \int_0^{x_{\max}} \left(p(x)\right)^{\frac{1}{3}} dx \quad (20)$$

Distorzija prekoračenja zavisi samo od broja ćelija kojima se aproksimira funkcija gustine verovatnoće i ne zavisi od broja segmenata aproksimacije. Za modele DDUSK i DDLSK ima jednaku vrednost za isti broj ćelija aproksimacije i dobija se prema [7]:

$$D_p = 2 \cdot \frac{x_{N-1} - y_N}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x_{N-1}^2}{2}} + \left(1 + y_N^2\right) erfc\left(\frac{x_{N-1}}{\sqrt{2}}\right) \quad (21)$$

IV. NUMERIČKI REZULTATI I DISKUSIJA

Performanse predloženih kvantizera procenjujemo upoređujući dobijene odgovarajuće vrednosti SQNR-a za modele DDUSK i DDLSK, kao i upoređujući ih sa vrednostima dobijemim za SQNR i grešku aproksimacije u radu [7]. Numerički rezultati dobijeni za vrednosti SQNR-a su prikazani u Tabeli 1, dok su u Tabeli 2 prikazani reulzazi SQNR-a nelinearnog optimalnog kompandora [1]. Rezultati su prikazani za različiti broj segmenata *(2L=4, 2L=8 i 2L=16*) i za više nivoa kvantovanja *(N=16, N=32 i N=128*).

TABELA I
VREDNOSTI SQNR-A PREDLOŽENIH KVANTIZERA

N	L	$SQNR^U$ [dB]	$SQNR^L$ [dB]
16	2	20.0859	19.9569
	4	20.1415	20.1412
	8	20.1571	20.1566
32	2	25.8193	25.7711
	4	25.9331	25.9145
	8	25.9649	25.9611
64	2	31.6431	31.5304
	4	31.8199	31.7762
	8	31.8718	31.8598
128	2	37.5200	37.3505
	4	37.7570	37.6956
	8	37.8291	37.8159

Vrednosti SQNR-a, prikazane u Tabeli 1, dobijene su prema jednačini (2) za jediničnu vrednost varijanse. Na osnovu rezultata prikazanih u Tabeli 1 može se primetiti da se bolji rezultati postižu modelom DDUSK nego modelom DDLSK. Pored toga, realizacija modela DDUSK je znatno jednostavnija nego realizacija modela DDLSK. Očekivano je bilo da se modelom DDLSK-a ostvare nešto bolje performanse, međutim sam proces aproksimacije unosi znatno veću grešku aproksimiranja kod modela DDLSK nego kod modela DDUSK-a [7].

TABELA II
VREDNOSTI SQNR-A NOKK

N	$SQNR^{NOKK}$[dB]
6	19.7356
32	25.7562
64	31.7768
128	37.7974

Primenom ovog algoritma vrednosti SQNR-a ova dva modela su veoma bliske i teže optimalnim vrednostima modela NOKK-a u svim razmatranim slučajevima. Upoređujući ih sa vrednostima SQNR-a koji je dobijen u radu [7] može se primetiti da je u svim slučajevima

ostvaren dobitak koji u zavisnosti od broja segmenata i broja ćelija varira od 0.01 do 1.01dB.

V. ZAKLJUČAK

U radu je razmatrano projektovanje kvantizera Gausovog izvora korišćenjem novog algoritma i proračun njegovih performansi. Razmatrane su deo po deo uniformna i deo po deo linearna aproksimacija funkcije gustine verovatnoće. Performanse kvantizera su procenjene na osnovu dobijene vrednosti SQNR-a upoređujući ih međusobno za dva modela kao i sa rezultatima dostupnim u literaturi. U odnosu na prethodne načine projektovanja, ostvaren je dobitak koji u zavisnosti od slučaja varira između 0.01 i 1.01dB.

LITERATURA

[1] N. S. Jayant and P. Noll, "Digital Coding Of Waveforms, Principles and Applications to Speech and Video," *2nd ed.*, New Jersey*: Prentice Hall*, 1984, ch. 4, pp. 115-220.

[2] S. Na, "Asymptotic formulas variance mismatched fixed-rate scalar quantizer of a Gaussian source", *IEEE Trans. Signal Process.* , vol. 59, no. 5, pp. 2437-2441, May 2011.

[3] D. Kazakos, K. Makki, "Robust Companders", *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics*, Dallas (Texas), pp. 32-35, 2007.

[4] J. Nikolić, Z. Perić, D.Antić, A. Jovanović and D. Denić, " Low Complex Forward Adaptive Loss Compression Algorithm and its Aplication in Speech Coding", *Journal of Electrical Engineering*, vol. 62, no. 1 , pp. 19-24, 2011.

[5] L. Velimirović, Z. Perić, J. NIkolić, M. Stanković, "Design of compandor quantizer for Laplacian source for medium bit rate using spline approximations", *Facta universitatis*, vol. 25, no 1, pp. 81-92, 2012.

[6] L. Velimirović, Z. Perić, M. Stanković, N. Simić, N. Vučić, Projektovanje kvantizera Laplasovog izvora zasnovano na aproksimaciji funkcije gustine verovatnoće, *TELFOR*, Beograd, pp. 807-810, novembar 2012.

[7] N. Simić, N. Vučić, "Projektovanje kvantizera Gausovog izvora zaasnovano na aproksimaciji funkcije gustine verovatnoće", *Infoteh-Jahorina*, BiH, Vol. 12, mart 2013, pp. 1239-1243.

[8] W. Cheney, D. Kincaid, "Numerical Mathematics and Computing," *6nd ed., Belmont: Thomson Higher Education*, 2008, ch. 9, pp. 371-426.

PHP Web aplikacija IEEESTEC konferencije

S. Cvetković, M. Milojević, S. Stošović

Sadržaj – U ovom radu opisan je Web portal namenjen automatizaciji svih procesa (prijavljivanje i ocenjivanje radova, slanje mailova autorima i recenzentima,…) vezanih za IEEESTEC konferenciju studentskih projekata, koja se održava na Elektronskom fakultetu u Nišu. Dat je detaljan opis funkcionalnosti aplikacije, i to segmenata namenjenih uredniku, recenzentima i autorima. Deo zadužen za bezbednost opisan je na primeru filtra bezbednosti, enkripicije korisničke šifre (password) i uspostavljene sesije.

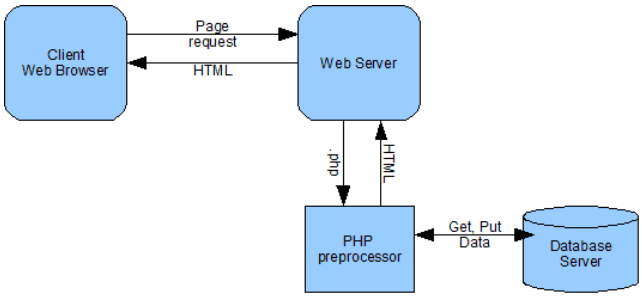
I. UVOD

Munjeviti razvoj informacionih tehnologija krajem prošlog veka otvorio je vrata novih medija i novih komunikacija [1]. Razvoj Interneta i kompjutera učinio je da danas kompjuter utiče na sve sfere čovekovog života i otvorio je mogućnost za razvoj specifičnih Web aplikacija koje korisnici mogu da koriste iz bilo kog kraja sveta. PHP (Personal Home Page) [2] je široko rasprostranjen open source skript jezik koji se izvršava na strani Web servera a namenjen je kreiranju dinamičkih Web stranica i aplikacija. Nastao je na bazi Perl jezika pa mu je i sintaksa slična ovom, kao i C jeziku.

PHP je podržan od strane velikog broja platformi ali je naročito zastupljen na Unix/Linux platformi. Direktan konkurent PHP-Linux-Apache platformi je ASP-Windows-IIS [3] platforma koja je po većini Internet marketing agencija u zaostatku, uglavnom zbog toga što je PHP-Linux-Apache platforma besplatna i otvorenog je koda. Pored ovoga, svoju popularnost PHP platforma stekla je i zbog činjenice da podržava veliki broj sistema za upravljanje bazama podataka (DBMS – Database Management System) od kojih je najpopularniji MySQL.

PHP na strani Web servera predstavlja pretprocesor kome se prosleđuju PHP skripte. U HTML stranice se dodaju PHP skripte i stranica obavezno ima ekstenziju „.php“. Kada se postave na Web server i korisnik ih zatraži putem Web pregledača, server će na osnovu ekstenzije prepoznati da li se radi o PHP skriptu i proslediće ih pretprocesoru koji će izvršiti programski kôd i rezultat vratiti serveru koji nakon toga daje prikaz korisniku u Web pregledaču. Rezultat obrade su najčešće dinamički kreirane Web stranice koje se zasnivaju na podacima iz neke od baza podataka.

Troslojna arhitektura predstavlja tip klijent-server arhitekture u kojoj su korisnički interfejs, aplikativna logika i pristup podacima upravljani kao nezavisni moduli (slika 1).



Slika 1. Troslojna arhitektura klijent-server sistema

Preko PHP-a se realizuje najveći deo logike aplikacija. Podaci se čuvaju u bazi podataka u koju se pomoću PHP-a mogu upisivati i čitati.

II. PORTAL IEEESTEC KONFERENCIJE

Portal IEEESTEC konferencije predstavlja PHP aplikaciju koja je razvijena sa ciljem da olakša poslove vezane za konferenciju svim akterima – autorima slanje radova i praćenje recenzija, recenzentima ocenjivanje radova, a uredniku organizaciju same konferencije. IEEESTEC konferencija studentskih projekata koja se održava svake godine na Elektronskom fakultetu u Nišu do sada nije imala ovakvo rešenje. Autori su svoje radove slali elektronskom poštom, a recenzenti su primali radove za recenziju i slali recenzentske formulare uredniku, takođe elektronskom poštom.

Trenutna verzija aplikacije omogućava sveobuhvatno praćenje životnog ciklusa rada koji je poslat za učešće na konferenciji, i to iz ugla autora, recenzenta i urednika.

III. FUNKCIONALNOSTI PORTALA

Putanja (link) do portala postavljena je na početnoj strani sajta Konferencije u vidu linka u gornjem desnom uglu na kome piše Login [4], a koji vodi korisnika na stranicu za pristup. Login forma [5] ima zadatak da izvrši autentifikaciju i autorizaciju korisnika kako bi mu omogućio pristup stranicama i operacijama u skladu sa privilegijama koje odgovaraju toj grupi korisnika. Svi korisnici su podeljeni u tri grupe:

Stefan Cvetković i Miloš Milojević su studenti na smeru Savremene Računarske Tehnologije i članovi VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, e-mail: stefanlex90@gmail.com, milossrt@gmail.com

Slavimir Stošović je koordinator VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

- urednici (ujedno imaju i administratorske privilegije),
- recenzenti (ocenjuju radove popunjavajući recenzentski formular)
- učesnici konferencije (šalju radove i prate recenzije za svoj rad).

Samim tim aplikacija je podeljena na 3 sekcije od kojih je svaka zadužena za određenu grupu korisnika. Nakon autentifikacije i autorizacije korisnika, datom korisniku se prikazuje ona sekcija kojoj ima pravo pristupa.

A. Sekcija za urednika (administratora)

Prva sekcija je za urednika odnosno administratore aplikacije koji upravljaju čitavim projektom. Nakon logina prikazuju se osnovne informacije koje imaju zadatak da administratoru daju uvid o broju učesnika konferencije kao i broj prijavljenih radova (slika 2).



Slika 2. Prikaz osnovnih informacija

U navigacionom meniju postoji niz opcija postavljenih tako da omoguće dobar pregled i udoban rad.

Prva stavka posle „Home“ stranice odnosi se na korisnike. U samom navigacionom meniju je omogućen izbor pregleda svih korisnika koji ima zadatak da prikaže osnovne informacije a pored toga nudi i opciju za izmenu informacija. Osim izbora za pregled informacija o korisnicima ovaj meni nudi i dodavanje novih, bilo da su to autori radova, recenzenti ili administratori.

Nakon opcije za manipulaciju nad podacima o korisnicima nalazi se meni za izbor manipulacije nad radovima. Ovaj meni nudi izbor za ulaz u pregled:

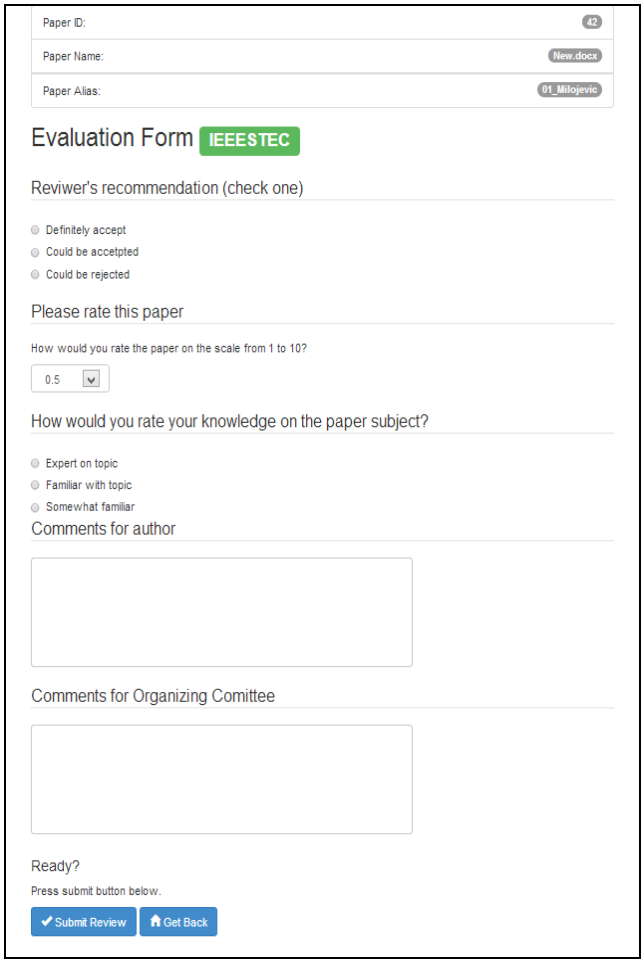
- **svih radova** (All papers) koja ujedno prikazuje i broj radova – ovde se administratoru, pored osnovne namene pregleda svih radova, daje mogućnost pregleda radova po grupama (ocenjeni, finalne verzije, odbijeni), dodeljivanja recenzenata i pregled dodeljenih recenzenata
- **recenzija** (Reviews) – omogućava pregled recenzija koje su poslate za sve radove
- **ocena** (Paper Rates) – omogućava pregled kako ocena rada, tako i ocena koje je dao odabrani recenzen tako i prosečne ocene za pomenute grupe
- **konačnih radova**, omogućava pregled radova kojima je odobreno učešće na konferenciji (Final papers).

B. Sekcija za recenzente

Nakon dodeljivanja recenzenata radu, isti je moguće pregledati i oceniti od strane dodeljenih recenzenata. Ovo se odnosi na sekciju kreiranu za recenzente koji nakon unosa email adrese i passworda na login formi, nakon autentifikacije i autorizacije, dobijaju ovu mogućnost (slika3).

Pored ocene, recenzenti daju svoje mišljenje autoru rada i organizatoru, kao i predlog da li prihvatiti rad. Ova opcija ima mogućnost izbora jednog od tri ponuđena odgovora:

1. definitivno prihvatiti
2. može se prihvatiti
3. može se odbiti



Slika 3. Recenzentski formular za ocenjivanje rada

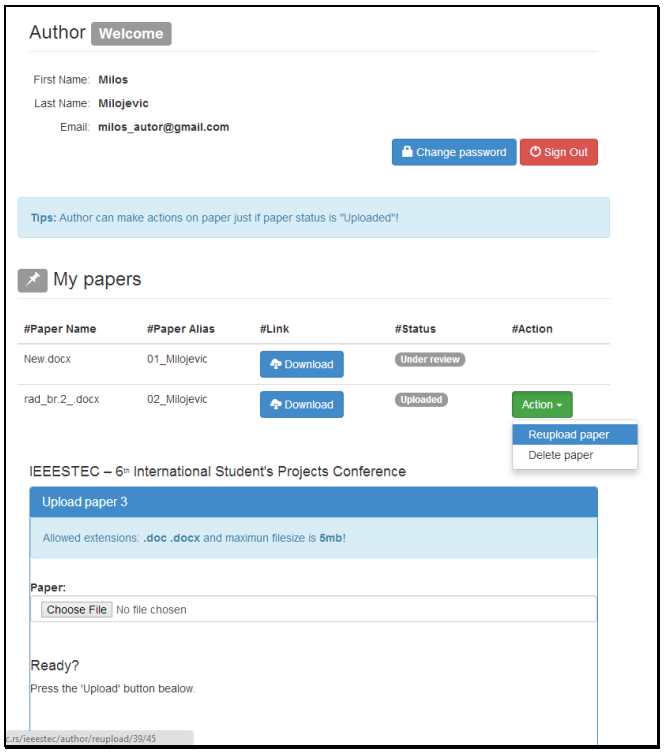
C. Sekcija za autore

Treća sekcija posvećena je učesnicima konferencije, odnosno autorima radova, koji imaju mogućnost da se sami

registruju kako bi svoj rad prosledili organizatorima. Jedan registrovani autor može proslediti više svojih radova koji se označavaju i postavljaju na server nakon čega administrator može da ih pregleda i dodeli recenzente radi ocenjivanja. Autor u svakom trenutku može da pregleda svoje radove kao i da vidi njihov status (slika 4).

Nakon postavljanja rada, autoru se nudi mogućnost da isti promeni ili obriše. Ova mogućnost je na raspolaganju sve dok se rad ne dodeli recenzentu na ocenjivanje nakon čega se ova opcija gubi.

Kada rad sakupi dovoljan broj odgovora recenzenata administrator na osnovu dobijenih odgovora prihvata ili odbija rad za učešće na Konferenciji.



Slika 4. Interfejs autora radova

D. Skript monitoring

PHP aplikacija automatski šalje nekoliko različitih mailova:

- Obaveštenje korisnicima portala o kreiranom nalogu
- Obaveštenje autoru o uspešno poslatom radu
- Obaveštenje recenzentu da mu je dodeljen rad na recenziju
- Obaveštenje autorima i recenzentima o isticanju roka
- Obaveštenje autorima o prihvatanju/odbijanju rada.

Svako slanje e-maila ili zahteva za resetovanje passworda automatski se čuva u bazi podataka i moguć je pregled svih mailova kao i napredne akcija nad njima:

- pregled
- ponovno slanje (u slučaju neuspešnog slanja)
- brisanje

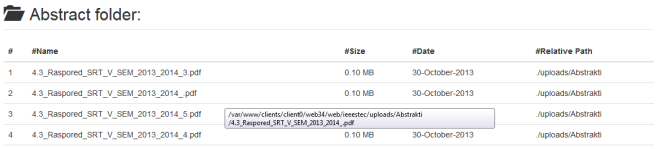


Slika 5. Deo za upravljanje mailovima

Na vrhu postoji filtriranje email logova po njihovom statusu:

- Maintenance
- Success
- Error

Takođe moguć je pregled foldera u kome se nalaze apstrakti i finalni radovi, prikazano je na slici 6.



Slika 6. Pregled sadržaja foldera za čuvanje prve verzije rada

Prelaskom miša preko nekog polja pojavljuje se pop-up sa apsolutnom putanjom fajla na serveru. Monitoring zahteva za promenu passworda nije dostupan na ovom interfejsu iz bezbednosnih razloga ali se čuva u bazi podataka.

E. Enkripcija password-a i sesija

Baza podataka je zaštićena i ne može joj pristupiti svako bez dozvole ali i u slučaju da neko uspe nedozvoljeno da pristupi podacima neće moći da ih zloupotrebi jer su pre upisivanja zaštićeni, tj. enkriptovani određenom vrstom algoritma za zaštitu podaka. Enkripcija podataka je pretvaranje podatka u kod koji se sastoji od nezavisnih heksadecimalnih karaktera. U primeru se može videti kako se SHA512 enkripcijom tekstualni podatak „Enkripcija“ pretvara u kod [6].

```
Enkripcija =
3ed4083a68740db07451ab39cf7bd7070d1d784
afc3df1eb7e64e96642880dbd71d18c64f268cd
af65c3d686c41ee20d412b65b594245ddac719d
f0f6b32d998
```

Sa razvojem tehnologija omogućeno je i dekriptovanje [7] podataka enkriptovanih zastarelim metodama. Korišćenjem složenih metoda postignuta je velika sigurnost na duži vremenski period.

```
hash(SHA512(md5(enkripcijski kljuc) +
password))
```

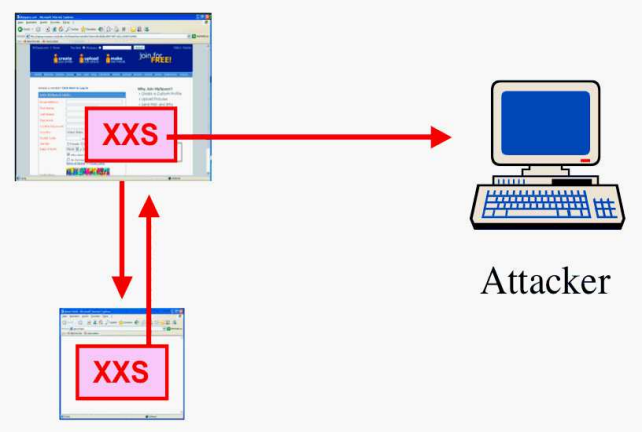
Dekripcija podataka na početnu vrednost nije moguća, a dužina enkriptovanog passworda iznosi 128 karaktera.

Enkripcija sesija obavlja se pomoću Code Igniter drajvera za sesije gde je session_id enkriptovan pomoću MD5 algoritma a user data kao JSON objekat.

Sve sesije čuvaju se u bazi podataka gde se pri svakom zahtevu vrši provera. Ovaj parametar možemo podesiti da se update sesija vrši na određeno vreme zadato u konfiguracijskom fajlu.

E. Filtar bezbednosti

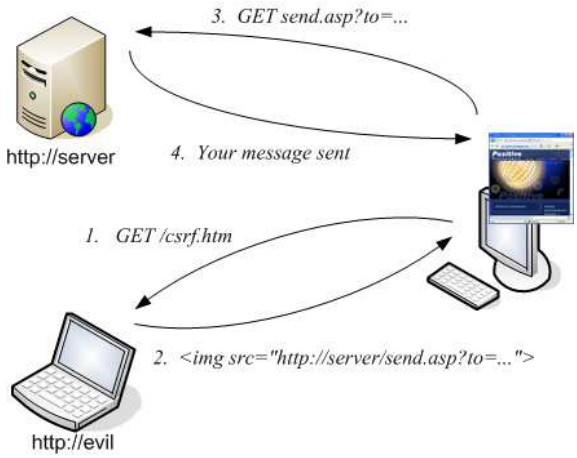
PHP aplikacija sadrži i odgovarajući filtar bezbednosti. Skripta dolazi sa globalnim filterom za prevenciju XSS i CSRF napada, takođe postoji i klasa za sanitarizaciju fajlova.



Slika 7. XXS Filtar bezbednosti

XSS filter pokušava da spreči aktiviranje nelegalnog javascript koda koji će izvršiti "hijack cookies" tako što bezbedno konvertuje podatke u karakter entitete (slika 7.).

CSRF filter automatski generiše token i cookie vrednost prilikom svakog otvaranja forme. Prilikom ostvarivanja nekog zahteva ova dva tokena moraju da imaju iste vrednosti kako bi se ostvario bezbedni zahtev. Ukoliko dođe do CSRF napada skripta će odmah izbaciti upozorenje i sprečiti napad (slika 8).



Slika 8. CSRF Filtar bezbednosti

IV. ZAKLJUČAK

Portal IEEESTEC konferencije je razvijen sa ciljem da editoru olakša organizaciju konferencije studentskih projekata, ali i autorima samo učešće. S obzirom da do sada nije postojalo ovakovo rešenje, od sada će svima biti omogućeno da na daleko lakši i udobniji način učestvuju na konferenciji. Takođe, podaci vezano za radove, recenzije, ocene, mailove za obaveštavanje su koncizno i automatski sređeni, što predstavlja značajnu pomoć uredniku konferencije. U radu su detaljno opisane funkcionalnosti portala iz ugla autora, recenzenta i urednika komferencije. Takođe, objašnjen je način na koji se vrši zaštita podataka od zloupotrebe.

LITERATURA

[1] William A. Shay, Savremene komunikacione tehnologije i mreže, Kompjuter biblioteka, Beograd 2010.
[2] Hugh E. Williams i David Lane, Web aplikacije i baze podataka PHP i MySQL, Mikro knjiga, Beograd 2009.
[3] Bill Evjen, Scott hanselman, Devin Rader, Professional ASP.Net in C# and VB, Wiley Publishing, Inc. Indiana, 2010.
[4] http://ieee.elfak.ni.ac.rs/, oktobar 2013.
[5] http://ieee.elfak.ni.ac.rs/ieeestec/, oktobar 2013.
[6] http://php.net/manual/en/book.hash.php
[7] Tom St Denis, Cryptography for Developers, Syngress Publishing, Rockland, 2009.