IEEESTEC

9th 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: 978-86-6125-168-9

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

Chairman:
Danijel Danković

Vice Chairman:
Dušan Vučković
Miloš Marjanović

Editors of Proceedings:
Ninoslav Stojadinović
Vera Marković
Danijel Danković
Zlatica Marinković

Secretary:
Nikola Simić
Dragana Dimitrijević
Đorđe Veličković
Miloš Mitić
Nikola Krstić
Milan Stojanović
Nikola Mitrović
Nikola Radisavljević
Milan Ivković
Marija Živković
Filip Đorović
Stefan Jovanović
Miljan Jerotijević

Technical Editor:
Miloš Marjanović
Danijel Danković
Aleksandar Milenković

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

621.3(082)
004(082)

IEEESTEC Student Project Conference (9 ; 2016 ; Niš)
IEEESTEC 9th Student Project Conference, [Niš, 2016] / organized by EESTEC LC, Niš ... [et al.] ; [editors Stojadinović Ninoslav ... et al.]. - Niš : Faculty of Electronic Engineering, 2016 (Niš : Unigraf). - 279 str. : ilustr. ; 30 cm

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

ISBN 978-86-6125-168-9

1. Stojadinović, Ninoslav, 1950- [уредник] 2. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Studentski ogranak (Niš)
a) Електротехника - Зборници b) Рачунарство - Зборници
COBISS.SR-ID 227132684

Printed by: „Unigraf“, Niš, 2016.
Circulation: 100 copies

Reviewers:

1. Emilija Živanović
2. Vladimir Simić
3. Miloš Petković
4. Vojkan Davidović
5. Marija Milijić
6. Saša Nikolić
7. Milan Stojanović
8. Staniša Perić
9. Milić Pejović
10. Ivan Anastasijević
11. Mirjana Perić
12. Milan Radić
13. Bojana Nikolić
14. Borisav Jovanović
15. Vladan Jovančić
16. Mihailo Krstić
17. Aleksandar Milenković
18. Ljubomir Vračar
19. Dejan Mirković
20. Sandra Đošić
21. Vesna Paunović
22. Marko Dimitrijević
23. Tijana Dimitrijević
24. Nikola Danković
25. Milan Simić
26. Boban Veselić
27. Miona Andrejević Stošović
28. Jana Vračar
29. Nikola Radisavljević
30. Ivica Marković
31. Branislav Ranđelović
32. Goran Nikolić
33. Nikola Simić
34. Zlatica Marinković
35. Miljana Milić
36. Miloš Marjanović
37. Danijel Danković
38. Sanja Aleksić
39. Ana Vučković
40. Dragana Živaljević

Table of contents:

Realizacija chroma key sistema na Raspberry PI arhitekturi za rad u realnom vremenu 1
Elektronski rulet 5
Realizacija rutera za korišćenje alternativnog puta 9
Projektovanje logaritamskog pojačavača 13
Projektovanje i realizacija Šrederovog difuzora 17
Elektronska generacija brojeva za igru "Slagalica" 21
Koncept studiranja master akademskih studija na univerzitetu Politecnico di Milano u Italiji 25
Analiza složenosti upotrebe Backtracking algoritma prilikom rešavanja problema farbanja grafa 31
Problemi zadovoljenja ograničenja, problem bojenja mape 37
Život i studije u Amsterdamu 41
Design and Realization of an Electric Go-kart 45
Sistem za merenje i praćenje parametara vode na kupalištima pomoću GSM modula u realnom vremenu 49
Idejna i hardverska realizacija sistema za elektronsko glasanje 53
Rešavanje testova iz računarstva i informatike korišćenjem web aplikacija 59
Modelovanje solarnih ćelija sa fotoosetljivim pigmentom 63
Razvojno okruženje za realizaciju laboratorijskih vežbi iz digitalne mikroelektronike 67
Razvoj i realizacija prototipa učila za demonstraciju rada punotalasnog ispravljača 71
Automatizacija sobe uz pomoć Arduina, Bluetooth i RF modula 75
Mobilna Android aplikacija kao korisnički interfejs signal generator uređaja 83
Razvoj sistema za praćenje srčanog pulsa pacijenta preko mobilne aplikacije 87
Proračun i izrada Teslinog transformatora 91
Merač količine alkohola u krvi 95
Uređaj za kontrolu koncentracije gasova i klimatskih faktora u industriji 99
Robot LAV u lavirintu 101
Realizacija detektora metala zasnovanog na principu impulsne indukcije u eksperimentalnim uslovima 105
Projektovanje PID regulatora pomoću neuronske mreže 109
Uređaj za testiranje baterija bez dodatnog napajanja 115
Realizacija digitalno kontrolisanog pojačavača za automatsku kontrolu pojačanja 119
Automatski sekač 123
Sistem za digitalno prikazivanje vremena i temperature 127
Električni presostat 131
Sistem za detektovanje pokreta pomoću Arduino Uno platforme – alarm 135
Primena vrtložnih struja za ispitivanje materijala 139
Projektovanje i realizacija sistema za merenje temperature baziranog na temperaturnom senzoru LM35 145
Internet of Things WiFi upravljanje dvostrukim relejom pomoću MQTT protokola u OpenHAB-u 151
Uređaj, pomagalo, za slepe i slabovide osobe 155
Sistem za merenje, identifikaciju i očitavanje vremena na trkama korišćenjem RFID i GSM modula 159
Povećanje bezbednosti saobraćaja 167
MATLAB Model for Visualization of PQ Diagram of a Synchronous Generator 169
Master studije u Rusiji 173
Kolo za detekciju mobilnih telefona 177
ECG Noise Cancellation Using Adaptive Filters 181
Kolo za testiranje bipolarnih tranzistora korišćenjem NE555 tajmera 185
Arcade mame mašina realizovana pomoću Raspberry Pi-a 191
Tehnike linearizacije odziva NTC otpornika 195
Uređaj za merenje kvaliteta vazduha 201
Realizacija fudbalskog semafora pomoću PIC mikrokontrolera PIC16F877A 205
Merenje kašnjenja odziva prilikom rutiranja 209
Filter optičkog pojačavača za niske bitske brzine 213
Projektovanja verifikacionog okruženja po eRM metodologiji u softverskom alatu Specman 217
Projektovanje verifikacione komponente za SPI serijsku fleš memoriju korišćenjem programskog alata 221
Matematičko klatno –laboratorijska maketa i aplikacija 225
Thai Exchange Student's Internship in Nis, Serbia Under IAESTE 229
Idejna hardverska realizacija semafora sa uslovnim zelenim svetlom 233
Subjektivna evaluacija kvaliteta udaljenog pristupa računaru kroz bežični NAT 237
Realizacija gitarskog pojačala 241
Aritmetičko-logička jedinica 247
Automatska noćna lampa 249
Sintetizer frekvencija na bazi PLL petlje 253
Realizacija optimalnog korelacionog prijemnika za pravougaone impulse u osnovnom opsegu 257

Princip realizacije igre Lucky Numbers korišćenjem digitalnih elektronskih kola 263
Digitalna štoperica 267
Pretvarač napona sa 12V na 220V 271
OLED komponente i njihova primena 273
Merenje temperature termistorom uz primenu razvojnog okruženja PSoC4 277

Realizacija chroma key sistema na Raspberry PI arhitekturi za rad u realnom vremenu

Nenad Petrović

Sadržaj – U ovom radu je prikazana realizacija (hardverska i softverska) sistema koji izvršava funkciju zamene pozadine zadate boje (chroma key) proizvoljnom slikom u realnom vremenu. Kao hardverska platforma je korišćen Raspberry PI 2B single-board računar i CSI kamera. Za implementaciju algoritma detekcije zelene pozadine i zamenu proizvoljnom slikom korišćene su funkcije za obradu i manipulaciju slike OpenCV biblioteke za programski jezik Python.

I. UVOD

Chroma key je specijalni efekat koji se koristi u obradi video materijala sa ciljem da se više slika kombinuje u jedinstvenu scenu.

Ova tehnika se koristi najčešće sa ciljem da se plava ili zelena pozadina na zadatoj slici zameni nekom drugom slikom, što ima široku primenu u filmskoj industriji (primena u postprodukciji) i televizijskim programima vremenske prognoze (upotreba u realnom vremenu).

Suština je da u konačnom rezultatu imamo i dalje istog aktera (glumca ili neki drugi objekat) koji se nalazi ispred pozadine odgovarajuće boje, dok je pozadina zamenjena proizvoljnom slikom ili video materijalom, što daje praktično neograničene mogućnosti za kreativnost i kombinovanje aktera i scena, kada je studijska produkcija video materijala u pitanju. U zadnje vreme se specijalni efekti, animirani akteri i realne scene sve češće kombinuju, tako da ova tehnika iz tog razloga postaje još značajnija i zastupljenija.

Cilj ovog rada je realizacija sistema koji obavlja prethodno navedenu funkciju u realnom vremenu na Raspberry PI arhitekturi. Ova hardverska platforma je odabrana zbog svoje pristupačnosti, a istovremeno zadovoljava sve potrebe za realizaciju jednog ovakvog sistema.

II. PRINCIP RADA I REALIZACIJA SISTEMA

Sistem se koristi tako što se kamera usmeri na aktera koji se nalazi ispred pozadine zadate boje, a na izlaznom video uređaju se prikazuje slika na kojoj je pozadina zamenjena odabranom scenom (statična slika ili video materijal). Konačan rezultat moguće je upisati u fajl ili prenositi dalje (emitovanje).

U testiranju sistemu je korišćeno platno zelene boje, koje se, inače najčešće upotrebljava za chroma key efekat. Jedan od razloga je to što zelena boja nije često prisutna na telima samih aktera (odeća, nakit itd.), tako da je verovatnoća da se dobije neki neželjeni efekat smanjena.

U nastavku je objašnjen algoritam koji je implementiran, zasnovan na aritmetičkim operacijama nad slikama [1]. U implementaciji ovog algoritma su korišćene funkcije OpenCV biblioteke cv2.`bitwise_and()`[2] i `cv2.add()`[2].

Prvi korak je odabrati željenu pozadinu koju želimo da stavimo umesto zelene pozadine, koja je prikazana na Slici 1.

```
pozadina=cv2.imread('/home/pi/pozadina.jpg',1)
```



Slika 1. Pozadina koja će zameniti zelenu boju – pozadina.

Nakon toga, izvršava se petlja, koja obavlja operacije koje su navedene u nastavku.

Učitava se frejm sa kamere. Slika kojom menjamo zelenu boju mora da bude iste rezolucije kao i frejm sa kamere.

Slika 2, prikazana ispod, predstavlja frejm preuzet sa kamere u kome će zelena boja biti zamenjena slikom pozadine.



Slika 2. Frejm preuzet sa kamere – frame.

Nenad Petrović, student master studija na smeru Computer Science and Engineering, Univerzitet Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano, Italija, E-mail: penenadpi@gmail.com

```
while ( True ):
   ret, frame = cam.read()
```

HSV format boja je najpogodniji za obradu koja uključuje operacije nad određenim opsegom boja. Prema tome, izvršava se konverzija frejma sa kamere u ovaj format boja. Za konverziju je korišćena je OpenCV funkcija `cv2.cvtColor()` sa parametrom `cv2.COLOR_BGR2HSV`, koji sliku iz BGR prebacuje u HSV kolor format [3].

```
hsv=cv2.cvtColor(frame,cv2.COLOR_BGR2HSV)
```

```
akter_maska=cv2.inRange(hsv,np.array([40
,50,50]), np.array([80,255,255]))
```

Na ovaj način dobićemo masku slike, gde je zelena boja zamenjena belom, dok je ostatku slike dodeljena crna boja (akter). Rezultat je prikazan na Slici 3.



Slika 3. Maska slike aktera - akter_maska.

Sada, kada imamo masku slike na kojoj je akter, možemo da je iskombinujemo sa slikom pozadine koju želimo da koristimo.

```
pozadinska_maska=cv2.bitwise_and(pozadin
a,pozadina,mask=akter_maska)
```

Kao rezultat, imamo da su svi beli pikseli maske zamenjeni slikom pozadine, dok će akter biti sastavljen od crnih piksela isključivo, što je prikazano na Slici 4.



Slika 4. Maska aktera u kombinaciji sa pozadinom - pozadinska_maska.

Dalje, potrebno je da iz slike izdvojimo aktera iz frejma pribavljenog sa kamere.

```
prednja_maska=cv2.bitwise_and(frame,
frame,mask=cv2.bitwise_not(akter_maska))
```

Ovom funkcijom ćemo izdvojiti sve objekte koji nisu zeleni, dok je ostatak slike označen crnom bojom (zelena pozadina). Rezultat izvršenja funkcije prikazan je na Slici 5.



Slika 5. Izdvajanje aktera - prednja_maska.

Konačno, da bi se dobio željeni rezultat, neophodno je sabrati prethodno dobijene rezultate, tako da konačno dobijemo željeni efekat uklanjanja zelene pozadine zadatom slikom, kao što je prikazano na Slici 6.

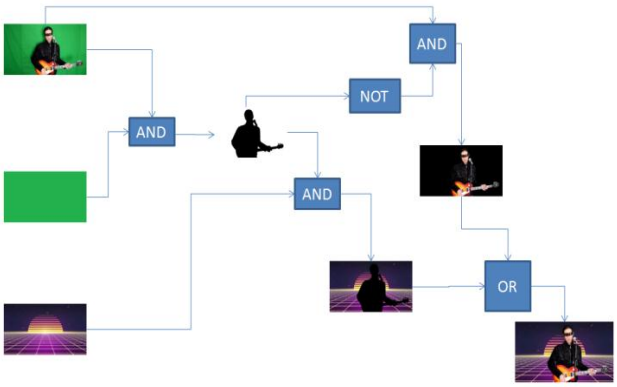
```
cv2.imshow('Output',cv2.add(pozadinska_m
aska,prednja_maska))
```



Slika 6. Konačan rezultat koji se prikazuje na izlaznom video uređaju.

Nakon ovih operacija nad slikama, ostvarili smo chroma key efekat na zelenoj pozadini. Umesto zelene boje za pozadinu je moguće koristiti bilo koju drugu boju, koja je specificirana u `inRange()` funkciji. Zelena boja pokazuje odlične rezultate za scene na kojima su humani akteri iz razloga što je vrlo retko pristuna na njima u tom slučaju.

U nastavku, na Slici 7 je ilustrovan kompletan postupak zamene zelene boje željenom pozadinom u koracima, sa izvršenim operacijama i međurezultatima.



Slika 7. Postupak dobijanja slike sa zamenjenom pozadinom upotrebom aritmetičko-logičkih operacija.

III. PERFORMANSE SISTEMA I OGRANIČENJA

Kao što je u uvodu i naslovu napomenuto, ovaj sistem je zamišljen da ima mogućnost da radi i u realnom vremenu, pa je broj obrađenih slika u sekundi (frame rate) pokazatelj performansi ovog sistema. Za rad u realnom vremenu, uzima se kao prihvatljiva vrednost od 25 obrađenih slika u sekundi ili više.

Kritičan parametar koji utiče na frame rate je u ovom slučaju je rezolucija (koja je jednaka i za frejm i za pozadinsku sliku). Izvesno je da će sa porastom rezolucije da se smanjuje frame rate, ali je u ovom slučaju cilj utvrditi koja rezolucija je najbolji kompromis između performansi (frame rate) i kvaliteta prikaza (rezolucija). Drugim rečima, potrebno je naći što veću moguću rezoluciju za koju sistem pokazuje frame rate koji je što bliži broju 25.

Prema tome, u nastavku su dati rezultati dobijeni testitranjem perforamnsi sistema u realnom vremenu. Rezolucija je zadata kao proizvod horizontalnih i vertikalnih piksela, dok je frame rate zadat kao broj frejmova u sekundi (fps). Trajanje obrade zadato u sekundama je prosečno vreme potrebno da se jedan frejm obradi, a inverzno je proporcionalno broju frejmova u sekundi (fps=1/trajanje obrade(s)). Rezultati merenja su prikazani u Tabeli I.

TABELA I
ZAVISNOST PERFORMANSI SISTEMA OD REZOLUCIJE SLIKE

REZOLUCIJA (AxB piksela)	TRAJANJE OBRADE (s)	FRAMERATE (fps)
640x480	0.148	6.76
640x360	0.111	9.01
480x270	0.057	17.54
400x225	0.042	23.81
320x180	0.026	38.46

Na osnovu podataka iz tabele se može zaključiti da je sistem upotrebljiv za rad u realnom vremenu za niže rezolucije, dok, kada su u pitanju više rezolucije, dolazi do drastičnog pada broja frejmova u sekundi.

Test je prvo izveden za rezoluciju 640x480 koja odgovara formatu televizije standardne definicije, što je ujedno najmanja rezolucija koja je danas prihvatljiva za profesionalne primene. U ovom slučaju je dobijen prilično nizak frame rate, koji je daleko od upotrebljivog za rad u realnom vremenu (6.76 fps).

Prema tome, potrebno je smanjiti rezoluciju. Sledeća veličina frejma ima odnos stranica 16:9 i donosi malo bolje performanse (9.01 fps), što, međutim, još uvek nije dovoljno za rad u realnom vremenu. Za rezoluiciju 480x270 piksela, sistem pokazuje znatno bolje performanse (17.54 fps), koje su još uvek nedovoljne za rad u realnom vremenu.

Rezolucija, koja se pokazala kao uravnotežena kada su performanse u pitanju je 400x225 piksela. Frame rate od skoro 24 frejmova u sekundi je primenljiv za rad u realnom vremenu.

Kada je rezolucija dalje smanjena, na 320x180 piksela (najniža rezolucija u testu), sistem pokazuje i više nego dovoljno obrađenih frejmova za rad u realnom vremenu. Međutim, dalje smanjivanje rezolucije nema smisla, jer se značajno gubi na kvalitetu, što dovodi u pitanje upotrebljivost i svrhu primene ovakvog sistema.

IV. ZAKLJUČAK

Realizacija chroma key sistema za rad u realnom vremenu na Raspberry PI je moguća, ali ima svrhe koristiti jedan ovakav sistem isključivo za obradu video materijala u nižoj rezoluciji.

Čak i pri standardnoj televizijskoj rezoluciji, sistem pokazuje vrlo slab odziv, koji nije dovoljan ni za manje dinamičan video materijal (poput vremenske prognoze).

U eri video materijala ultra visoke definicije, jedan ovakav sistem još uvek ne može da parira profesionalnoj video opremi koja služi za obradu i emitovanje televizijskog programa u realnom vremenu, ali je dovoljan za kućnu primenu i televizijske entuzijaste čiji je budžet ograničen.

LITERATURA

[1] Image Processing: Chroma-Keying, [On Line]. Dostupno na: https://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/applets/hades/webdemos/00-intro/02-imageprocessing/chroma.html

[2] Arithmetic Operations on Images, [On Line]. Dostupno na: http://docs.opencv.org/trunk/d0/d86/tutorial_py_image_arithmetics.html

[3] Changing Colorspaces, [On Line]. Dostupno na:http://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_colorspaces/py_colorspaces.html

Elektronski rulet

Milivoje Mihajlović, Dejan Anđelković

Sadržaj- U ovom radu prikazana je realizacija elektronskog ruleta. 36 LED dioda povezanih u krug, simuliraju izgled točka ruleta, dok se njihovo naizmenično uključivanje i isključivanje može smatrati kao kretanje loptice po obodu točka ruleta. Šema je projektovana u programu *Proteus Professional*, [1] dok je štampana ploča projektovana u programu *Altium Designer* [2].

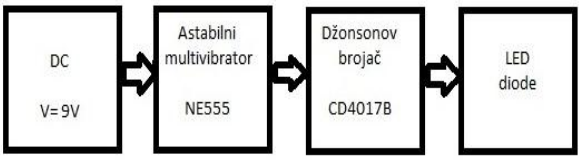
I. UVOD

Polovinom XX veka je došlo do ubrzanog razvoja tehnologije poluprovodnika, a samim tim i do ekspanzije elektronike kao nauke. Napravljeno je mnogo elektronskih igara, pa tako i ruleta, s tim što ulogu krupijea menja elektronika, što je i jedina razlika.

Rulet je kazino i kockarska igra (Roulette je francuska reč i ima značenje mali točak ili točkić). Točak ruleta ima 37 ili 38 razdvojenih polja u koje loptica upada. Zbir svih brojeva na ruletu od 1 do 36 je 666, zbog čega ga mnogi zovu i đavolji točak. Prema legendi rulet je stvorio francuski fizičar Blez Paskal kako bi se bavio teorijom verovatnoće [3].

Veliki značaj za razumevanje i učenje digitalne mikroelektronike imaju laboratorijske vežbe. Njihovom realizacijom studenti se osposobljavaju da samostalno realizuju složenije električne šeme, a kasnije i da sami naprave neki elektronski uređaj. Realizacijom ovog uređaja može se napraviti jedna laboratorijska vežba.

II. TEORIJSKI PREGLED

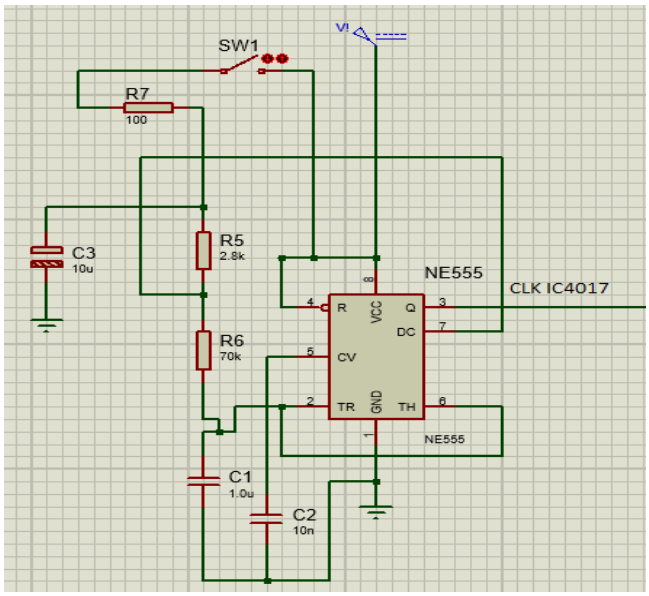


Slika 1. Blok šema elektronskog ruleta.

Iz blok šeme elektronskog ruleta prikazanog na slici 1., može se videti da se sastoji iz četiri dela: prvi deo je napajanje, drugi deo čini astabilni multivibrator sa NE555 tajmerom, treći deo čine dva brojača CD4017 i četvrti deo su četiri niza od po devet LED dioda. Astabilni multivibrator generiše signale koji idu na ulaz brojača, svakim novim impuslom dovedenim na ulaz brojača, brojač menja stanje na izlazu.

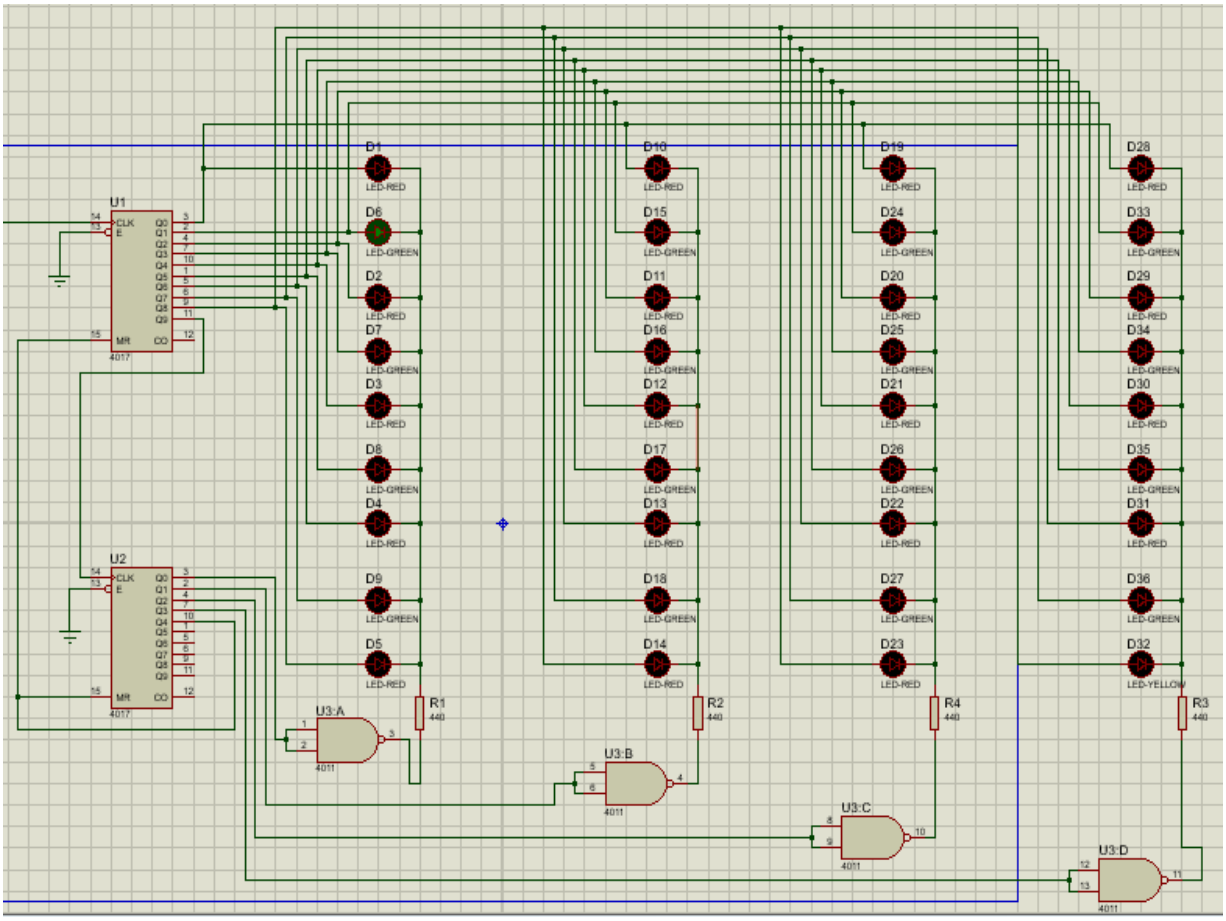
A. *Princip rada*

Primenom kalkulatora za računanje zadatih parametara astabilnog multivibratora proračunate su vrednosti otpornika R5 i R6 i kondenzatora C1. Sve dok je preklopnik SW1 zatvoren, frekvencija signala koji ide na ulaz integrisanog kola 4017 iznosi 10 Hz, za to vreme kondenzator C3, koji je paralelno vezan sa otpornikom R5 se puni, u trenutku otvaranja preklopnika SW1, kondenzator C3 počinje da se prazni preko otpornika R5 i R6, kao i preko kondenzatora C1. Zbog slabljenja struje kondenzator C1 počinje sporije da se puni i vreme dostizanja napona okidanja tajmera postaje duže, što prouzrokuje pad frekvencije astabilnog multivibratora. Kada se napon na kondenzatoru C3 smanji ispod nivoa napona okidanja dolazi do zaustavljanja tajmera.



Slika 2. Astabilni multivibrator realizovan korišćenjem NE555 tajmera.

Milivoje Mihajlović, student na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,
E-mail: milivoje.mihajlovic@yahoo.com
Dejan Andjelković, student na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,
E-mail: theyan.andjelkovic@gmail.com



Slika 3. Izgled drugog dela šeme, sa LED diodama i integrisanim kolima.

Posmatrajuci sliku 3, možemo videti da su na prvih devet izlaza prvog brojača (Q0- Q8) povezane anode LED dioda [4, 5], koje čine četiri paralelna niza po devet dioda, dok je izlaz Q9 povezan na ulaz drugog brojača. Nizovi dioda imaju zajedničku katodu koja je preko NI kola povezana za izlaze drugog brojača (Q0-Q3), peti izlaz drugog brojača Q4, povezan je na reset pin oba brojača. U početnom trenutku na brojačima su aktivni Q0 izlazi, što znači da je na katodi prvog niza logičko stanje ``0``. Dolaskom impulsa na prvi brojač prvi niz dioda će se uključivati i isključivati respektivno, zatim će izlaz Q9 promeniti stanje na drugom brojaču, odnosno daće napon logičke ``0`` na zajedničkoj katodi drugog niza dioda, dok je na svim drugim nizovima napon na katodi na nivou logičke ``1``. Stanja će se menjati sve dok se ne aktivira stanje Q4 na drugom brojaču, koje će resetovati oba brojača i krenuće sve ispočetka.

B. Korišćene komponente

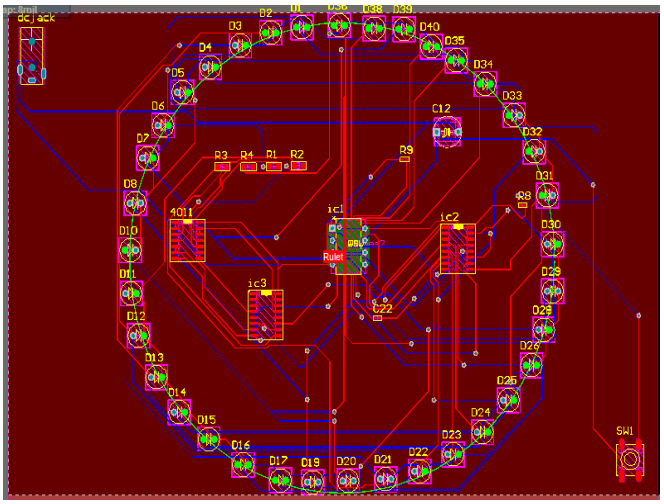
Sve komponente i integrisana kola koje su korišćene pri projektovanju elektronskog ruleta su tako izabrane da zadovolje određene kriterijume. Pre svega, najbitnije su električne karakteristike, na osnovu kojih je i projektovano celo okruženje. Takođe, bitan kriterijum je bio pristupačna cena i dostupnost na tržištu kako bi bilo moguće i praktično realizovati okruženje.

-CD4017
-CD4011
-LED diode
-Kondenzatori

III. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČE U *ALTIUM DESIGNERU* I PRAKTIČNA REALIZACIJA

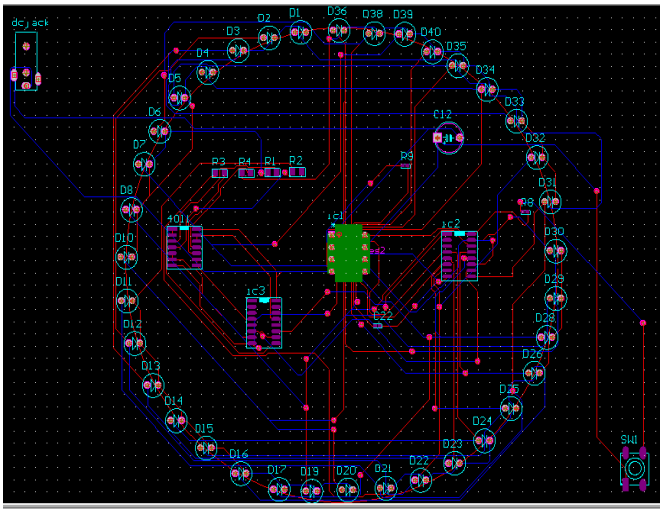
Posle uradjenog teorijskog dela i testiranja električnog kola brojnim simulacijama, izrađena je štampana ploča i ubačene su komponenate na samu štampanu ploču. Štampana ploča realizovana je korišćenjem programa *Altium designer*, koji je jedan od najboljih softverskih alata te vrste. Kreiran je od strane australijske kompanije Altium 2005. godine.

Nakon ubacivanja šematika u PCB, pristupiljeno je rutiranju veza.



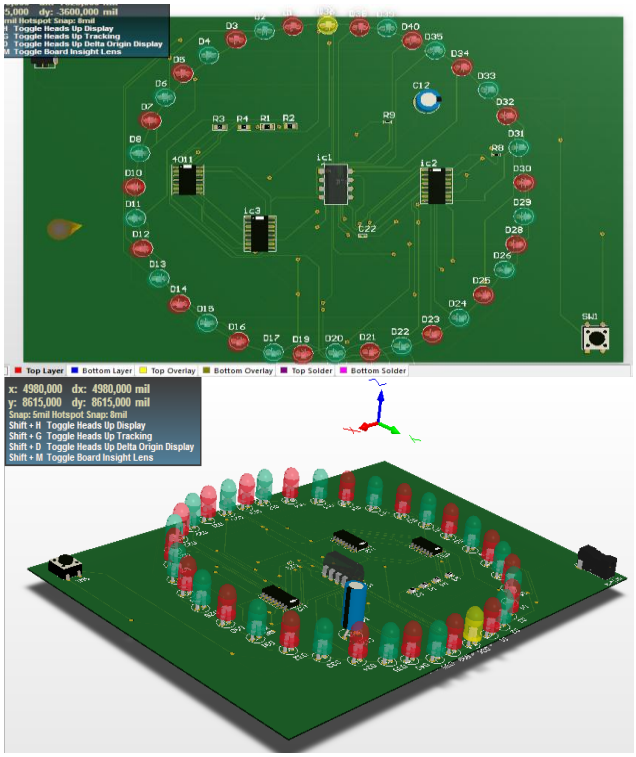
Slika 4. Izgled 2D modela štampane ploče.

Na slici 4, jasno se može videti raspored komponenata na ploči kao i diode vezane u oblik točka ruleta.

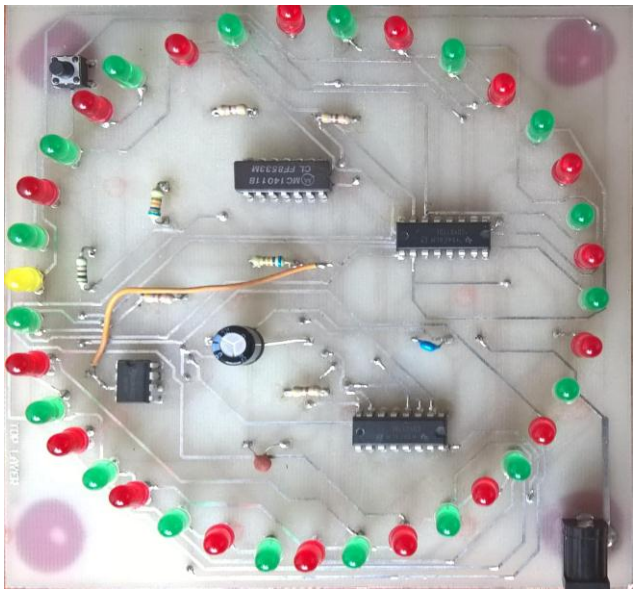


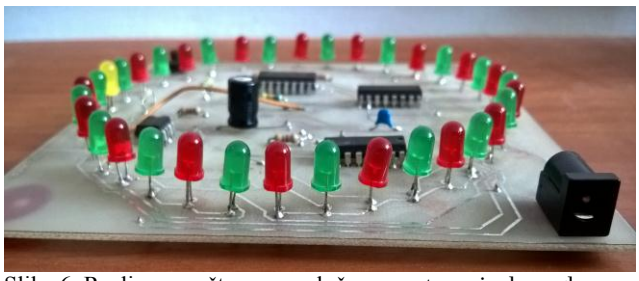
Slika 5. Gerber fajl.

Na slici 5 možemo videti 3D model štampane ploče sa precizno poređanim komponentama kao i na realizovanoj ploči koja se može videti na slici 6.



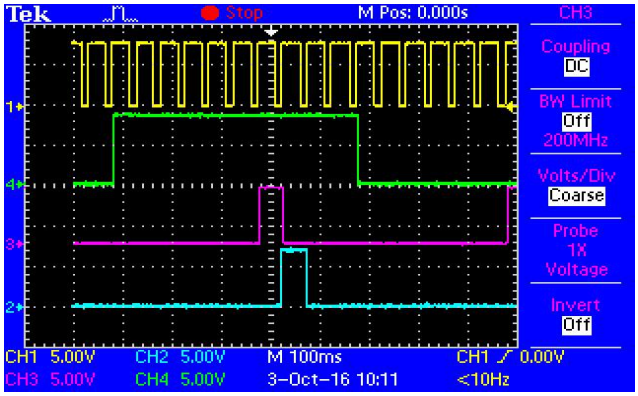
Slika 5. 3D model štampane ploče posmatran iz dva ugla.





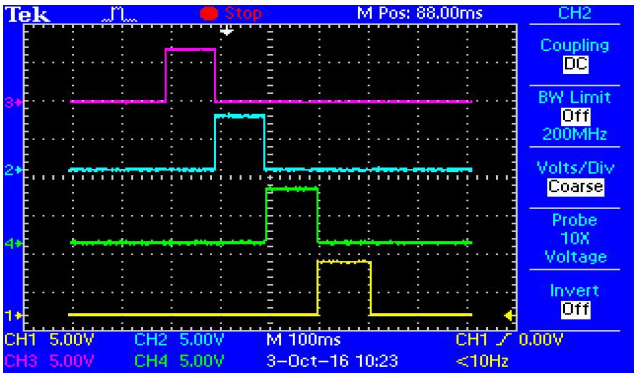
Slika 6. Realizovana štampana ploča posmatrana iz dva ugla.

Kako bi potvrdili funkcionalnost ruleta, korišćenjem osciloskopa TEKTRONIX TDS2024B usnimljeno je par karakterističnih signala [6]



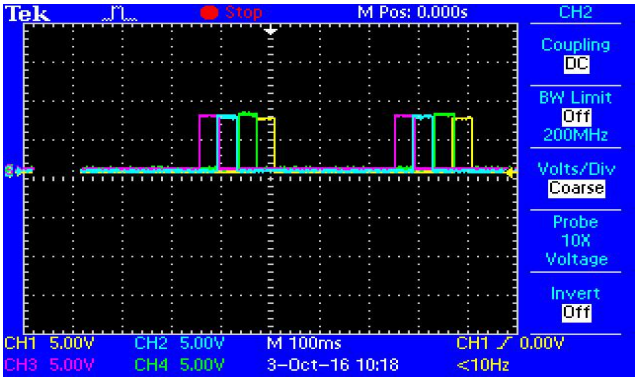
Slika 7. Ulaz na prvi brojač IC4017 (žuta boja), ulaz na kratkospojene ulaze NI kola (zelena boja), naponi na LED diodama (roze i plava boja).

Na slici 7, možemo videti da se stanje na izlazu drugog bojača (zeleni signal) menja na svaki deseti signal ulaznog signala (žuta boja), što znači da je prvi niz LED dioda aktiviran naizmenično, što se vidi na signalima sa LED dioda (roze i zeleni signal). Niz dioda se naizmenično uključuje samo kada je na kratkospojenim ulazima NI kola logičko stanje ,,1“, jer je tada na izlazu NI kola logičko stanje ,,0“, a pošto je izlaz NI kola povezan na zajedničku katodu LED dioda, jedino tada će se diode naizmenično uključivati.



Slika 8. Signali sa četiri LED diode.

Na slici 8. možemo videti kako se četiri diode naizmenično uključuju i isključuju, dok na slici 9. možemo videti kako izgledaju impulsi dioda na maksimalnoj frekvenciji.



Slika 9. Signali sa četiri LED diode sa maksimalnom frekvencijom.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je simulacija rada elektronskog ruleta na način naizmeničnog uključivanja i isključivanja LED dioda što simulira kretanje loptice za rulet. Rulet je jedna od najpopularnijih svetskih igara na sreću, pa je ideja za njegovu realizaciju potekla odatle.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju doc.dr Danijelu Dankoviću i asistentu Milošu Marjanoviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta i pisanju rada.

LITERATURA

[1] http://proteus-7-professional.software.informer.com/
[2] ``Altium Designer``, dostupno na: http://www.altium.com/
[3] ``Rulet i pravila ruleta``, dostupno na: http://www.bettingexpert.com/rs/kazino/rulet/pravila
[4] Miloš Đorđević, Praktikum za laboratorijske vežbe iz predmeta “Optoelektronika”, Niš 2015
[5] Stojan Ristić, “Elektronske komponente“, Elektronski fakultet Niš, pp.9-10, 2011
[6] TEKTRONIX, dostupno na: http://www.tek.com/ (pristupljeno 5. oktobra 2016.)

Realizacija rutera za korišćenje alternativnog puta

Srđan Đorđev, Kristina Krstić, Dragan Bogdanović

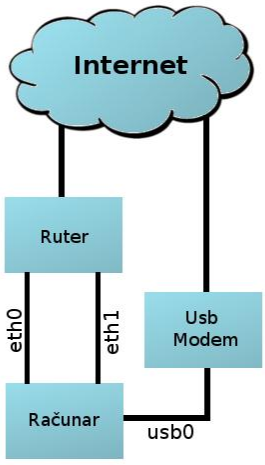
Sadržaj - U ovom radu prikazani su: projektovanje, realiyacija i osnovne karakteristike realizovanog rutera. Potrebno je bilo realizovati ruter za korišćenje alternativnog puta. Realiyovani prototip je testiran i izmeren je njegov „Downtime“ u zavisnosti od nove rute na koju se prebacuje saobraćaj.

I. UVOD

Svaka računarska mreža se sastoji iz više rutera, ali obično i iz više ruta između tih rutera. Osnovna funkcija mreže sa komutacijom paketa sastoji se u tome što se prihvataju paketi od izvorišne stanice i predaju se odredišnoj stanici. Da bi se ostvario ovaj cilj, neophodno je odrediti put, ili rutu, poruka kroz mrežu. U opštem slučaju postoji više od jednog puta.

II. PRINCIP RADA I ZAHTEVANE KARAKTERISTIKE

Iz razloga što svaka ozbiljna računarska mreža teži ka tome da svojim korisnicima obezbedi što je moguće bolju uslugu, pored direktnog puta između izvora i odredišta postoje i jedan ili više alternativnih puteva. Alternativni putevi služe da ako iz nekog razloga dođe do prekida na glavnom putu obezbede mogućnost veze dok se glavni put ne osposobi. U najvećem broju slučajeva, oni imaju manji propusni opseg od direktnog puta ali ipak dovoljan dok se ponovo ne osposobi direktni put.



Slika 1. Veze iz uslova zadatka

Srđan Đorđev, Kristina Krstić i Dragan Bogdanović su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mejlovi: srdjancz99@hotmail.rs, kikagosa@gmail.com gargi1236@gmail.com).

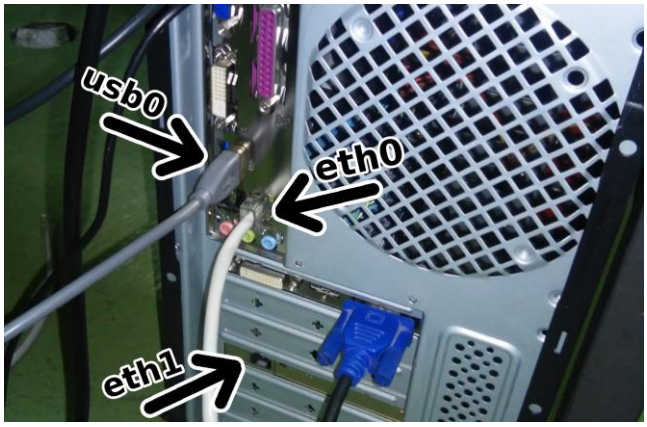
Za realizaciju ovog projekta potrebno je pre svega omogućiti tri puta komunikacije između rutera i odredišta, od kojih će jedan biti osnovni a ostali alternativni, a zatim fizički prekidati osnovni put i naći raspodele koje opisuju kašnjenje poslatih test-ping paketa na rutama. Ukoliko se test paket sa osnovnog puta ne vrati izvorištu za određeno vreme ruter treba da koristi alternativni put. U trenutku kada se ukloni prekid komunikacije, komunikacija se nastavlja preko osnovnog puta.

Projektovanje i realizacija prototipa sistema izvedeni su u više faza, pri čemu su se neke od njih delimično preklapale:

- Izrada koncepta sistema
- Izrada algoritma
- Izrada prototipa
- Testiranje prototipa
- Merenje karakteristika.

III. KARAKTERISTIKE IZABRANIH KOMPONENTI

Kao osnova za izradu ovog projekta je korišćen desktop računar sa operativnim sistemom „CentOS“. Izabrali smo ovaj računar jer nam je bio lako dostupan u laboratoriji za telekomunikacije, a i u sebi je već imao instaliran pomenuti operativni sistem koji nam je omogućio vrlo lako kontrolisanje hardvera, kao i laku izradu softvera za kontrolisanje tog hardvera.



Slika 2. Prikaz računara sa dostupnim interfejsima

Pomenuti računar je izabran i zbog toga što pored integrisane mrežne kartice poseduje još jednu eksternu mrežnu karticu. Integrisana mrežna kartica omogućava brzinu prenosa podataka od 100Mbps. Eksterna mrežna kartica omogućava brzinu od 10Mbps što je sporije od

integrisane kartice ali ipak odgovara za izradu ovog projekta.

Pošto računar ima samo dve mrežne kartice, potrebno je bilo obezbediti još jednu rutu ka internetu. U ovu svrhu smo upotrebili usb sim modem koji omogućava brzine od 60Mbps.

Za vezu između računara i rutera su bili potrebni mrežni kablovi sa RJ45 konektorima na krajevima. Izmerili smo dva kabla iste dužine a zatim krimpovali konektore. Nakon toga smo testirali kablove, i uverili se da je krimpovanje obavljeno uspešno, i da su kablovi potpuno ispravni.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE PROTOTIPA

Realizacija je započeta osmišljavanjem algoritma i programa koje je trebalo projektovati.

Realizaciju algoritma smo krenuli tako da ispoštujemo sve uslove projekta. Glavni uslov je taj da postoji jedna glavna ruta (u daljem tekstu eth0), kao i dve sporedne rute (u daljem tekstu eth1 i usb0).

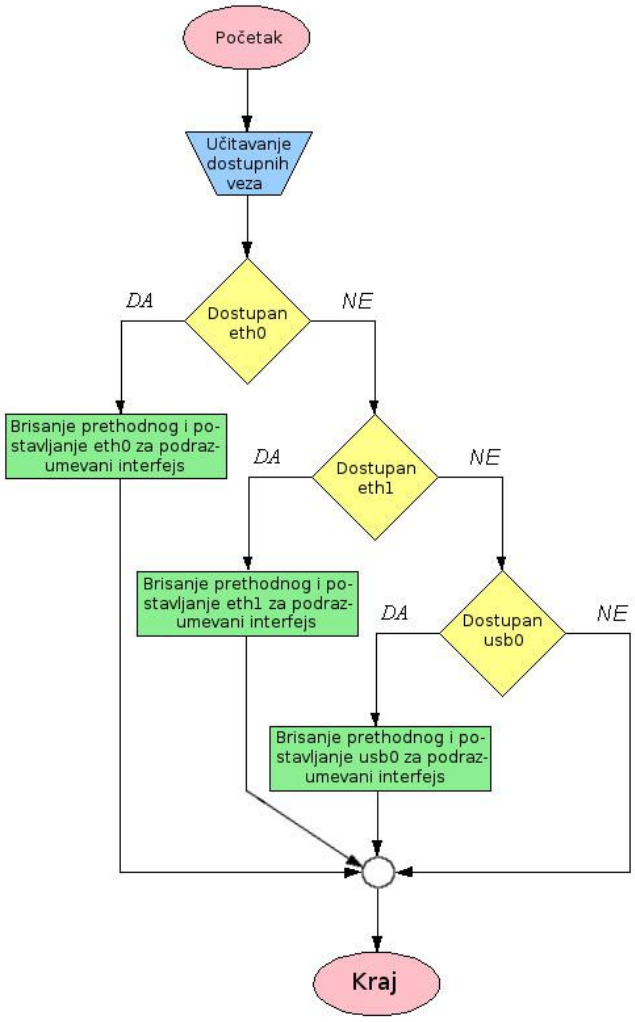
Algoritam funkcioniše tako što prvo proverava dostupne rute. Nakon što ispita sve dostupne rute, on ih čuva u privremenu memoriju tako da ga ostatak programa može kasnije po potrebi koristiti.

Nakon toga je potrebno da algoritam krene sa očitavanjem memorije u kojoj su smešteni ti podaci, i postavljanja jednostavnih upita da bi odredio novu rutu za prenos podataka. Za ovu svrhu smo odlučili da upotrebimo IF upite. Pošto iz uslova projekta imamo da je eth0 podrazumevani interfejs preko koga treba da se odvija saobraćaj podataka, if upitom se najpre pita da li je taj interfejs dostupan. Ako je dostupan, to je najbolja mogućnost, završava se sa ostalim upitima i bira se eth0 kao podrazumevani interfejs. Za slučaj da eth0 nije dostupan, počinje se sa biranjem nove podrazumevane rute. Za biranje nove rute se prvo moraju znati prioriteti između alternativa. Interfejs usb0 možda ima veći propusni opseg od eth1, ali ipak nam nije najbolje rešenje. Razlog za to je taj što se komunikacija između njega i interneta obavlja vazdušnim putem. Dobro nam je poznato da se prilikom prostiranja elektromagnetskih talasa mogu javiti razni problemi, i da propusni opseg u velikom broju slučajeva može biti puno manji od podrazumevanog, tako da ta ruta nije baš optimalna za prvu alternativu. U prilog ovome ide i činjenica da je potrebno određeno vreme za uspostavljanje komunikacije između usb sim modema i bazne stanice, tako da će samim tim i downtime prilikom postavljanja ove rute za podrazumevanu biti veći. Iz svih ovih razloga se kao prva alternativa bira interfejs eth1.

U slučaju da i ovaj interfejs nije dostupan, kao podrazumevani interfejs se bira usb0, naravno za slučaj da je dostupan.

Za slučaj da ni ova ruta nije dostupna, algoritam treba da završi sa ispitivanjem.

Nakon razmatranja većeg broja algoritama, dobili smo i okviran izgled konačnog algoritma.



Slika 3. Konačan izgled algoritma

Nakon što je napravljen algoritam, konačno smo mogli da počnemo sa pisanjem koda. U ovu svrhu smo se poslužili linux shell scrip-om. On je vrlo jednostavan za korišćenje, poseduje mnogo mogućnosti, a pored svega je i deo svakog linux operativnog sistema.

```
#!/bin/bash
t=`ping -I 192.168.0.165 -w 1 -c 1 192.168.0.1 2>/dev/null
| grep received | cut -d ',' -f2 | cut -d ' ' -f 2`
z=`ping -I 192.168.0.166 -w 1 -c 1 192.168.0.1 2>/dev/null
|  grep received | cut -d ',' -f2 | cut -d ' ' -f 2`
k=`ping -I 192.168.0.153 -w 1 -c 1 8.8.8.8 2>/dev/null |
grep received | cut -d ',' -f2 | cut -d ' ' -f 2`
```

U promenljive „t“ i „z“ se upisuju vrednosti dobijene ping-ovanjem rutera koji se nalazi na adresi 192.168.0.1 putem interfejsa eth0, odnosno eth1. U

promenljivu „k“ se upisuju vrednosti dobijene ping-ovanjem javnog Google-ovog DNS servera putem interfejsa usb0. Razlog što se pinguje DNS server, a ne ruter kao za ostala dva interfejsa je taj što usb0 nije fizički vezan za ruter.

```
a=`/sbin/ifconfig | grep 192.168.0.165`
b=`/sbin/ifconfig | grep 192.168.0.166`
c=`/sbin/ifconfig | grep 36:4B:50:B7:EF:DA`
```

Komandom „ifconfig“ se proverava dostupnost interfejsa. Treba napomenuti da se dostupnost interfejsa za eth0 i eth1 proverava tako što se u ispisu iz komande „ifconfig“ traže fiksne ip adrese koje su dodeljene pomenutim interfejsima, dok se dostupnost usb0 proverava tako što se u ispisu iz komande „ifconfig“ traži MAC adresa interfejsa usb0 jer on ima dinamičku ip adresu. Informacije o dostupnosti se nakon toga upisuju u promenljive „a“, „b“ i „c“.

```
if [ "$a" == "" ]; then
echo ne radi eth0
else
echo radi eth0
fi
if [ "$b" == "" ]; then
echo ne radi eth1
else
echo radi eth1
fi
if [ "$c" == "" ]; then
echo ne radi usb0
else
echo radi usb0
fi
```

If petljama koje su prikazane iznad se proverava dostupnost interfejsa na osnovu vrednosti koji se nalaze u promenljivama „a“, „b“ i „c“, a zatim na ekranu ispisuje dostpupnost svakog interfejsa.

```
d=`ip route | grep default | cut -d " " -f5`
i=`ip route | grep default | cut -d " " -f3`
q=$i;
```

U promenljivu „d“ se upisuje podrazumevani interfejs koji se koristi za prenos podataka i koji se nalazi putem komande „ip route“. U promenljivu „i“ se upisuje ip adresa koju koristi podrazumevani interfejs, i ona se takođe nalazi putem komande „ip route“. Nakon toga se sadržaj iz promenljive „i“ upisuje u novu promenljivu „q“.

```
if [ "$t" == "1" ]; then
echo menjam ip root/eth0
`ip route del default via $q dev $d`
 `ip route add default via 192.168.0.1 dev eth0`
else
if [ "$z" == "1" ]; then
ip route del default via $q dev $d
ip route add default via 192.168.0.1 dev eth1
echo menjam ip root/eth1
else
if [ "$k" != "1" ] && [ "$f" != "eth1" ]; then
ip route del default via $q dev $d
ip route add default via $h dev usb0
echo menjam ip root/usb0
fi
fi
fi
```

Ovaj deo koda proverava dostupnost interfejsa, i po potrebi menja podrazumevani interfejs. Pošto je u uslovu zadatka dato da je podrazumevani interfejs eth0, najpre se polazi od njega. Prvo se proverava njegova dostupnost, a u zavisnosti od nje se po potrebi prebacuje na ostale dostupne interfejse.

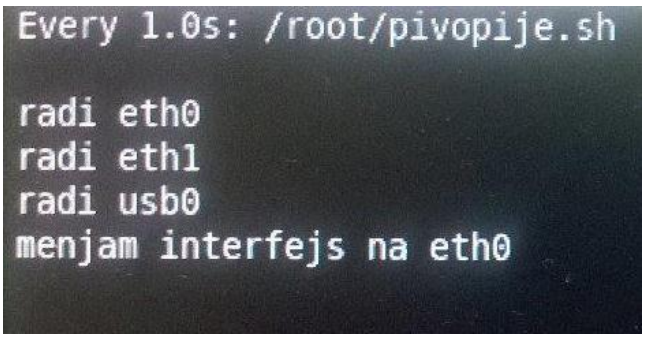
Ako je dostupan ovaj interfejs, putem komande „ip route del“ se briše trenutni podrazumevani interfejs i putem komande „ip route add“ dodaje eth0 za podrazumevani interfejs, a nakon toga na ekranu ispisuje da je izvršena promena podrazumevanog interfejsa na isti.

U slučaju da nije dostupan interfejs eth0, prvo se proverava dostupnost interfejsa eth1. Ako je on dostupan, ponavlja se postupak kao prilikom provere dostupnosti eth0 s' tim što se sada kao podrazumevani interfejs bira eth1, i na ekranu se ispisuje da je promenjen podrazumevani interfejs na isti.

Ako nije dostupan ni interfejs eth1, proverava se dostupnost interfejsa usb0. Ako je on dostupan ponavlja se postupak kao u prethodna dva slučaja s' tim što se sada za podrazumevani interfejs bira usb0, i na ekranu se ispisuje da je on izabran.

U slučaju da ni interfejs usb0 nije dostupan, program završava sa radom jer ne postoji interfejs koji se može postaviti za podrazumevani.

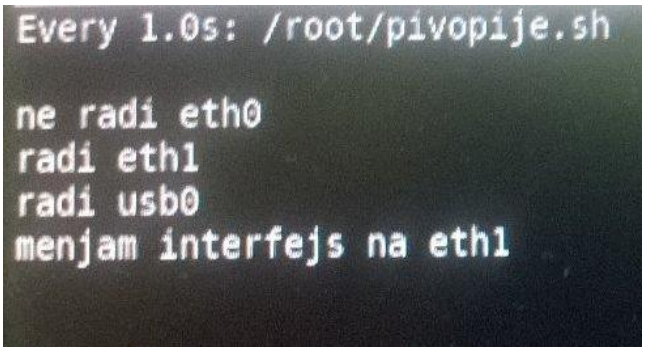
Program se pokreće putem komande „watch“. Ova komanda omogućava da se unese interval između izvršavanja koda. Interval se određuje putem argumenta „-n“. Treba napomenuti da je poželjno da ovaj interval bude što manji da bi se kod češće izvršavao kako bi se brže detektovao problem na nekom linku i brže obavilo prebacivanje na novi interfejs čime bi se „downtime“ smanjio. Za interval smo izabrali 1 sekundu, međutim to se vreme može smanjiti još puno puta, mada u praksi to neće napraviti neku značajniju razliku.



Slika 4. Ispis u terminalu prilikom pokretanja programa

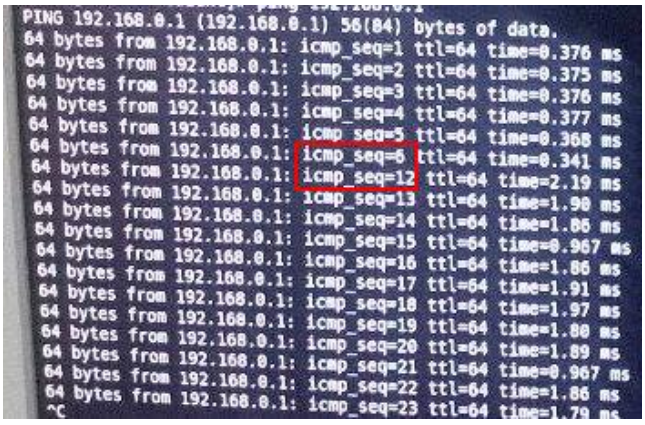
Unosom komande „watch -n 1 /root/pivopije.sh“ se dobija ispis prikazan na slici, a koji je prethodno i opisan.

U slučaju da se desio prekid na linku koji spaja interfejs eth1 sa internetom, na ekranu će se prikazati ispis prikazan na slici 5.



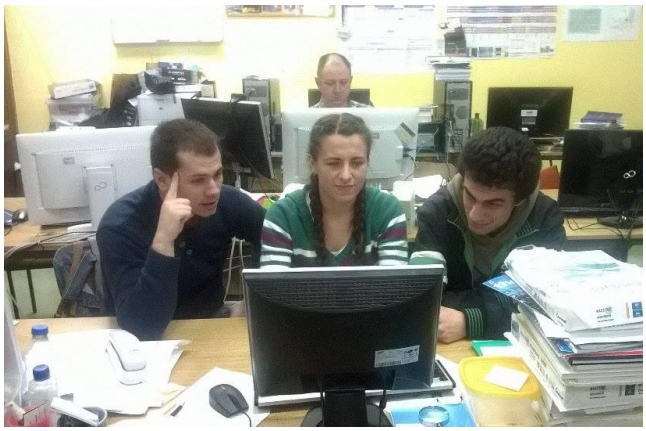
Slika 5. Ispis u terminalu prilikom promene podrazumevanog interfejsa

Merenje smo izvršili tako što smo pingovali neku ip adresu sa intervalom izmedju ping-a od 1 sekunde, a zatim smo fizički prekidali rute i merili „Downtime“, odnosno vreme koje je proteklo između prekida veze sa internetom, i njenog ponovnog uspostavljanja.



Slika 6. Ispis u terminalu prilikom prekidanja podrazumevane rute i prebacivanja na novu rutu

Na slici 6. su crvenom bojom označeni primljeni paketi pre prekida podrazumevane rute i prebacivanja na novu podrazumevanu rutu. Sa slike se jasno vidi da je izgubljeno 6 paketa, a obzirom da znamo da je interval slanja paketa 1 sekunda, lako dolazimo do zaključka da je „Downtime“ bio 6 sekundi.


Slika 7. Slika iz laboratorije nastala prilikom izrade projekta

V. ZAKLJUČAK

Projektovani ruter za korišćenje alternativnog puta je uspešno realizovan i ispitan. Dobijeno je vreme „Downtime“-a od 6 sekundi što je u potpunosti ispunilo naša očekivanja. Obzirom na ovako malo vreme „Downtime“-a, možemo zaključiti da prosečan korisnik ne bi ni primetio da je došlo do prekida rute i prebacivanja na novu rutu već bi imao utisak da sve funkcioniše savršeno.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta iz predmeta Komutacije i rutiranje, na smeru Telekomunikacije Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

Projektovanje logaritamskog pojačavača

Kristina Krstić, Marija Kovinić, Srđan Đorđev, Dragan Bogdanović

Sadržaj - U ovom radu prikazano je: projektovanje, realizacija i merenje karakteristika logaritamskog pojačavača. Potrebno je bilo realizovati logaritamski pojačavač kod koga izlazni napon ne zavisi od temperature. Realizovani prototip je testiran i izmerena je njegova prenosna karakteristika.

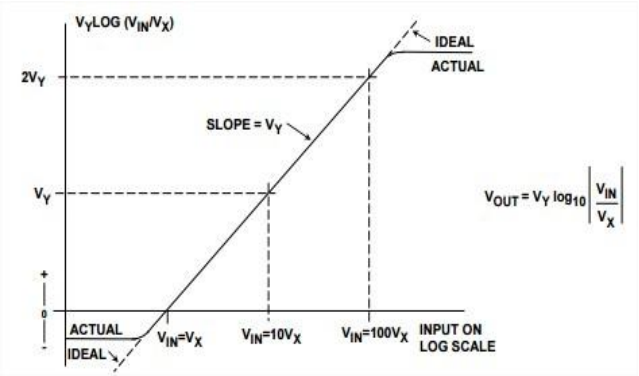
I. UVOD

Pretvaranje signala u njegovu ekvivalentnu logaritamsku vrednost uključuje nelinearnu operaciju, pa samim tim može biti vrlo zbunjujuće ako se dobro ne razume. Važno je da se razume da su mnogi od poznatih koncepata linearnih kola nerelevantni logaritamskim pojačavačima. Na primer, rastuće pojačanje logaritamskog pojačavača teži beskonačnosti kada ulaz teži nuli, i promena ofseta na izlazu logaritamskog pojačavača je jednaka promeni amplitude na njegovom ulazu, a ne promeni ofseta na ulazu.

Logaritamski pojačavač mora da zadovolji prenosnu funkciju sledećeg oblika:

$$V_{out} = V_y \cdot \log_{10}(V_{\text{in}} / V_x)$$

Sa ulaznim naponom vrlo bliskim nuli, logaritamski pojačavači prestaju da se ponašaju logaritamski, i većina njih ima linearnu prenosnu karakteristiku. Ovo ponašanje se često gubi u šumu uređaja. Šum često ograničava dinamički opseg logaritamskog pojačavača.



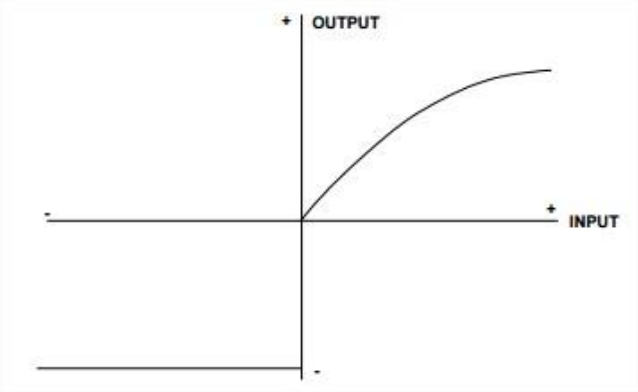
Slika1. Prenosna karakteristika logaritamskog pojačavača.

Kristina Krstić, Marija Kovinić, Srđan Đorđev, Dragan Bogdanović su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A.Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: kikagosa@gmail.com, marijakovinic93@hotmail.com, srdjancz99@hotmail.rs, gargi1236@gmail.com

Slika 1 predstavlja prenosnu karakteristiku logaritamskog pojačavača. Horizontalna osa je prikazana u logaritamskoj skali, i idealna prenosna karakteristika je prava linija. V_x je vrednost ulaznog napona pri kome je izlazni napon jednak nuli. V_y predstavlja neki konstantan napon.

Kada je $V_{in}=V_x$, logaritam je jednak nuli. Nagib linije je proporcionalan V_y. Kada se podešavaju veličine, logaritmi sa osnovom 10 su najčešće korišćeni zato što pojednostavljaju vezu sa vrednostima u decibelima: kada je $V_{in}=10V_x$, logaritam ima vrednost 1, tako da je izlazni napon jednak V_y. Kada je $V_{in}=100V_x$, izlaz je $2V_y$, i tako dalje. V_y stoga može biti posmatran ili kao „napon nagiba“ ili kao „faktor volti po dekadi“.

Logaritamska funkcija je nedefinisana za negativne vrednosti *x*. Logaritamski pojačavači mogu raditi sa negativnim ulaznim naponima na tri različita načina. Prvo, mogu da daju celokupni negativni napon na izlazu kao što je prikazano na slici 2.

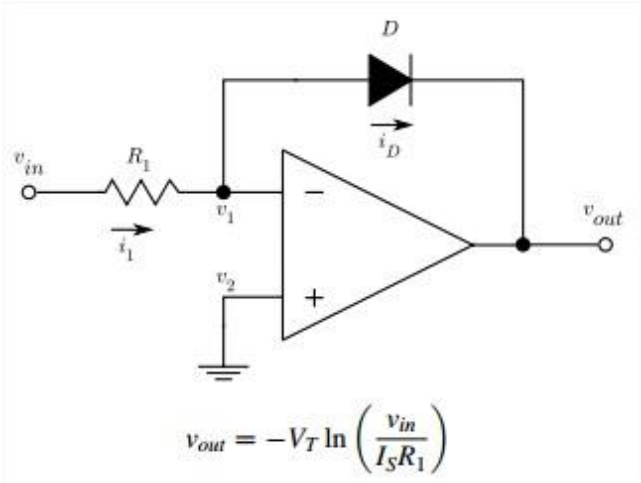


Slika 2. Osnovni logaritamski pojačavač.

Drugo, mogu da daju izlazni napon koji je proporcionalan logaritmu apsolutne vrednosti ulaza i da poništе predznak -. Treće, mogu da daju izlazni napon koji je proporcionalan logaritmu apsolutne vrednosti ulaza, i ima isti znak kao ulazni napon.

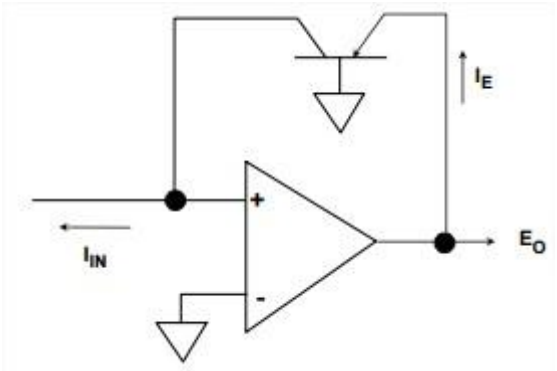
II. PRINCIP RADA I ZAHTEVANE KARAKTERISTIKE

Najjednostavniji logaritamski pojačavač realizovan pomoću operacionog pojačavača prikazan je na slici 3. Na slici se takođe nalazi i matematička zavisnost izlaznog napona od ulaznog napona.



Slika 3. Šema najjednostavnijeg logaritamskog pojačavača.

U obrascu za izlazni napon, v_{out}, I_s predstavlja inverznu struju zasićenja diode, V_T predstavlja termički napon.
Da bi se povećao dinamički opseg kola, diodu treba zameniti bipolarnim tranzistorom koji je vezan u konfiguraciji sa zajedničkom bazom, što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Logaritamski pojačavač sa bipolarnim tranzistorom.

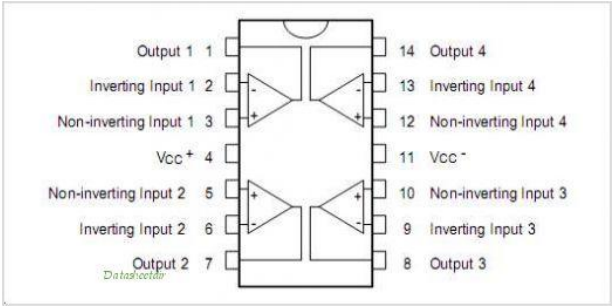
Usled toga što su kola sa prethodne dve slike temperaturno zavisna, kolo se mora unaprediti kako izlazni napon ne bi zavisio od temperature.

Projektovanje i realizacija prototipa sistema izvedeni su u više faza, pri čemu su se neke od njih delimično preklapale:

- Prikupljanje literature
- Izrada koncepta sistema
- Simulacija u LTSpice-u i podešavanje parametara
- Izrada prototipa
- Testiranje prototipa
- Merenje karakteristika.

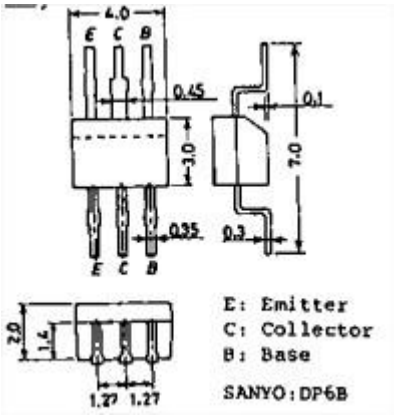
III KARAKTERISTIKE IZABRANIH KOMPONENTI

Kao osnova za izradu ovog projekta je korišćeno integrisano kolo LM2902N, koje se sastoji od četiri operacionih pojačavača i prikazano je na slici 5.



Slika 5. Integrisano kolo LM2902N.

Takođe su korišćeni i bipolarni tranzistori 2SC3066 koji se nalaze u istom kućištu. Oni su nam bili pogodni zato što je bilo potrebno imati dva tranzistora koji u svakom trenutku imaju istu temperaturu, a i zadovoljili su zahtevane karakteristike. Prikazani su na slici 6.



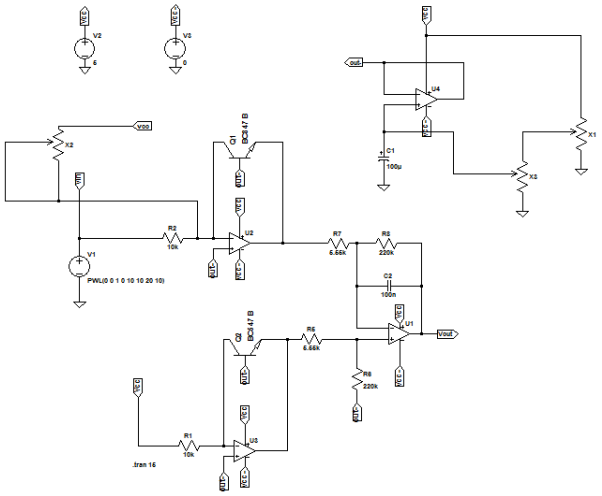
Slika 6. Bipolarni tranzistor 2SC3066.

IV PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE PROTOTIPA

Realizacija je započeta prikupljanjem potrebne literature. Nakon prikupljanja potrebne literature, kao i upoznavanja sa zahtevima projekta, krenulo se sa osmišljavanjem kola koje je trebalo projektovati. Nakon toga, krenulo se sa njegovom realizacijom u programskom paketu LT SPICE, a nakon toga i sa simulacijom.

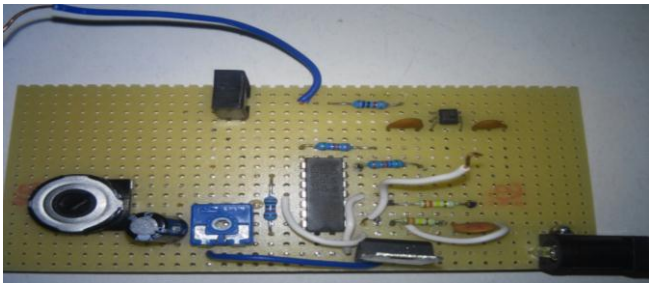
Nakon crtanja većeg broja šema, kao i merenja njihovih karakteristika dobili smo i okviran izgled konačnog kola. Testiranjem različtih komponenti i upoređivanjem njihovih karakteristika, dobili smo optimalno rešenje koje je zadovoljavalo zahteve koji su bili postavljeni pred projektante ovog električnog kola. Izabrene komponente su zadovoljile zahteve projekta u pogledu traženih karakteristika kao i cene, tako da smo se odlučili za konačan izgled kola koje je prikazano na slici 7.

Na već postojaću šemu u LTSpice-u dodat je jedan DC konektor i stabilizator napona 7805, radi napajanja sa jeftinih ispravljača.



Slika 7. Konačna šema prototipa u LTSpice-u.

Za realizaciju našeg projekta smo iskoristili raster-ploču veličine 50x100 mm, slika 8. Pored postojećih rupica sa rasterom 2.54 mm, bilo je potrebno i dodatno proširiti neke od njih jer su pinovi DC konektora to zahtevali. Funkcionisanje prototipa je provereno jednostavnim vezivanjem sonde osciloskopa na izlaz i signal generatora na ulazu, gde se nakon uključivanja napajanja na ekranu pojavljuju dva signala, jedan koji predstavlja ulazni signal a drugi izlazni signal.

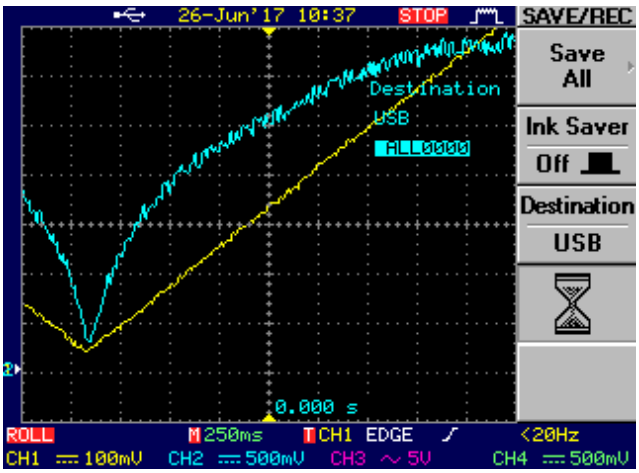


Slika 8. Izgled realizovanog prototipa.

Kako integrisano kolo LM2902N sadrži četiri operaciona pojačavača, a za realizaciju logaritamskog pojačavača su iskorišćena tri, četvrti je iskorišćen kao bafer koji će praviti virtuelnu masu. Za virtuelnu masu tog bafera vezane su sve komponente osim napajanja.

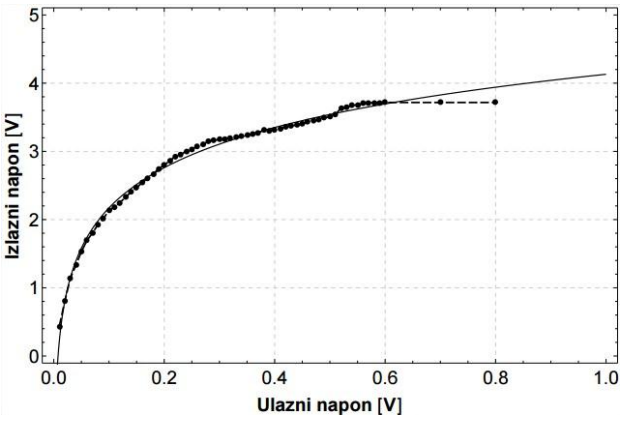
Na jedan od operacionih pojačavača je doveden ulazni signal, a na drugi operacioni pojačavač je doveden referentni signal, dok je pomoću trećeg je realizovano kolo za oduzimanje. Referentni ulaz na drugom pojačavaču je realizovan tako što je ulaz tog pojačavača spojen preko otpornika na napajanje. Kolo za oduzimanje je realizovano da bi poništilo temperaturnu zavisnost izlaza od ulaza. Potenciometri kod bafera služe da bi se što bolje i preciznije podesio izlazni signal. Pošto nismo imali na raspolaganju potenciometar odgovarajuće veličine povezali smo dva potenciometra kao na slici 7, vrednosti 100kΩ i 10kΩ. Treći potenciometar koji je povezan na ulaz kola služi da podesi da karakteristika kola kreće od nule tako što će sabirati ulazni napon sa nekom vrednošću. Povezan je jednim krajem na napajanje, a drugim krajem i klizačem na ulaz kola posle otpornika R_2. Vrednost ovog potenciometra je takođe 10kΩ.

Nakon realizacije pristupili smo testiranju realizovanog prototipa. Testiranje je obavljeno pomoću osciloskopa, a takođe i merenje vrednosti izlaznog i ulaznog napona. Izlazna karakteristika kola dobijena na ekranu osciloskopa je prikazana na slici 9.

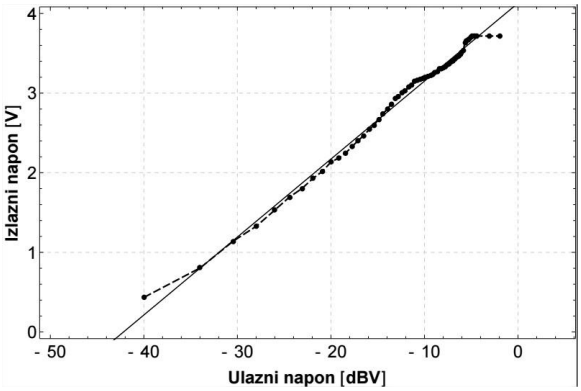


Slika 9. Karakteristika kola na osciloskopu.

Nakon merenja karakteristike osciloskopom pristupljeno je merenje ulaznog i izlaznog napona, a zatim su te vrednosti unešene u programe MATLAB i Mathematica i iscrtane su prenosne karakteristike kola koje su prikazane na slikama 10 i 11. Slika 10 pokazuje karakteristiku kada je horizontalna osa linearna, a slika 11 kada je horizontalna osa logaritamska.



Slika 10. Prenosna karakteristika kola u lin-lin razmeri.



Slika 11. Prenosna karakteristika kola u log-lin razmeri.

V ZAKLJUČAK

Projektovani logaritamski pojačavač je uspešno realizovan i ispitan. Dobijena prenosna karakteristika gotovo idealno prati logaritamsku funkciju koja je preuzeta iz [1] i data u uvodu na slici 1, što je i bio projektni zadatak. Obzirom na budžet kojim smo raspolagali prilikom izrade projekta možemo reći da je realizovano kolo u potpunosti ispunilo naša očekivanja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta iz predmeta Optimalni linearni sistemi, na smeru Telekomunikacije Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Realizacija projekta izvedena je pri Laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Dokumentacija za tranzistore 2SC3066, dostupno na web adresi: http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/2/S/C/3/2SC3066.shtml

[2] Dokumentacija za integrisano kolo LM2902N, dostupno na web adresi: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17889/PHILIPS/LM2902N.html

[3] Analog Devices-Log Amp Basics, dostupno na web adresi: http://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-077.pdf

[4] Zoran Prijić-Operacioni pojačavači, dostupno na web adresi: http://mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs/analogna/files/op_dif_all.pdf

Projektovanje i realizacija Šrederovog difuzora

Miljan Milić, Nikola Popović, Aleksandar Minić, Dragan Bogdanović, Srđan Đorđev

Sadržaj - U ovom radu prikazani su: projektovanje, realizacija i osnovne karakteristike realizovanog Šrederovog difuzora. Potrebno je bilo realizovati Šrederov difuzor koji ima dominantni uticaj na srednjim frekvencijama . Realizovani prototip je testiran i izmeren je njegov uticaj na propagaciju zvučnih talasa u zavisnosti od ugla incidencije pobudnog signala.

I. UVOD

Postoji nekoliko vrsta difuzora, koji imaju svoje prednosti i nedostatke, ali svi imaju za cilj da omoguće formiranje što ujednačenijeg zvučnog polja po prostoriji. Ovo se postiže tako što se zvučni talas rasejava na jednu proširenu oblast, za razliku od apsorbera gde se pokušava sa uklanjanjem, odnosno slabljenjem refleksija. Tradicionalni prostorni difuzori policilindričnog oblika imaju za cilj da pristigli zvučni talas niske frekvencije udvostruče. Vremenski difuzori poput binarnih i kvadratnih imaju za cilj da rasture zvuk na način sličan onom kod difrakcije svetlosti gde vremensko kašnjenje stizanja refleksije od neke neravne površine različite dubine prouzrokuje interferenciju rasejanog zvuka.

II. PRINCIP RADA I ZAHTEVANE KARAKTERISTIKE

Difuzor ima za cilj da prispeli zvučni talas raseje u što je moguće više refleksija, i samim tim obezbedi da je pojednaka verovatnoća pojavljivanja bilo koje frekventne komponente zvučnog talasa u tom prostoru.

Potrebno je bilo projekovati difuzor sa širokim radnim opsegom na srednjim frekvencijama. To se može postići upotrebom nekog materijala koji nema izražena apsorberska svojstva (materijali poput drveta), tako što se realizuje neki model promenljive dubine, i samom tom promenom dubine se pristigli talas refletkuje u vidu mnogo proizvoljnih refleksija.

Projektovanje i realizacija prototipa izvedeni su u više faza, pri čemu su se neke od njih delimično preklapale:

- Prikupljanje literature
- Izrada koncepta sistema
- Izrada prototipa
- Merenje karakteristika

Miljan Milić, Nikola Popović, Aleksandar Minić, Dragan Bogdanović i Srđan Đorđev su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mejl: miljan993@hotmail.com, nikolap85@gmail.com, srdjancz99@hotmail.com, aleksandarminic13@hotmail.com, gargi1236@gmail.com).

III. KARAKTERISTIKE IZABRANIH KOMPONENTI

Za izradu ovog projekta, bilo je potrebno koristiti materijal koji nema izražena apsorberska svojsta. Nakon prikupljanja i proučavanja literature, kao usvojeni materijal smo izabrali čamovo drvo. Ovaj materijal je izabran zbog toga što poseduje zahtevane karakteristike, niske cene koštanja, lake obrade, kao i zbog lake dostupnosti. Kompromis je postignut i pri izboru osnovne dimenzije - poprečnog preseka (širina × visina) greda koje su služile za izradu barova definisane dužine (dubine). Tako je izabran poprečni presek dimenzija 3 cm × 3 cm.

Barovi se montiraju na osnovu (ploču), koja je u ovom slučaju ploča od medijapana dimenzija 38 cm × 38 cm × 0.8 cm

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE PROTOTIPA

Kao osnova za izradu ovog projekta, poslužio je online kalkulator [1]. Ovaj kalkulator je Izabran zbog jednostavnosti rukovanja i optimalnih rezultata.

Realizacija je započeta prikupljanjem potrebne literature i upoznavanjem sa zahtevima projekta. Nakon toga se krenulo sa osmišljavanjem modela koji je trebalo projektovati. Sledeći korak je bio praktična realizacija , a naredni merenja kao i obrada dobijenih parametara.

Nakon razmatranja većeg broja paterna, dobili smo i okviran izgled konačnog modela. Prilikom odabira konačnog paterna, morali smo napraviti kompromis između dimenzija i frekventog opsega. Takođe se moralo imati u vidu i to da muzički studiji u kojima bi eventualno bio instaliran ovakav difuzor imaju ograničen prostor, pa je stoga izabrano da difuzor ne bude projektovan da radi na frekvencijama ispod 600 Hz Izabrane komponente su zadovoljile zahteve projekta u pogledu traženih karakteristika kao i cene, tako da smo se odlučili za konačan izgled modela prikazanog na slici 1.

Izabrani patern je napravljen u vidu matrice 12x12. Od 144 polja u matrici, 13 polja su prazna. Ostatak čini 131 bar u 4 različite dimenzije. Svi ti barovi su kvadratnog poprečnog preseka 3x3cm.

width

0	3	4	1	2	3	3	1	4	2	3	3
3	0	1	4	2	1	1	3	3	2	1	1
3	1	1	3	1	3	2	2	1	0	2	2
2	2	2	2	0	4	3	2	3	2	1	1
3	3	1	1	3	1	1	3	4	3	1	3
2	3	2	1	2	0	3	2	4	2	1	0
2	3	2	1	3	1	2	2	3	1	3	4
2	0	2	4	4	0	1	2	1	4	2	2
3	4	1	0	1	3	3	1	0	2	3	3
1	3	3	1	2	4	1	2	0	1	3	1
2	1	2	3	1	3	3	2	4	2	3	4
2	4	2	3	3	1	1	2	0	3	1	0

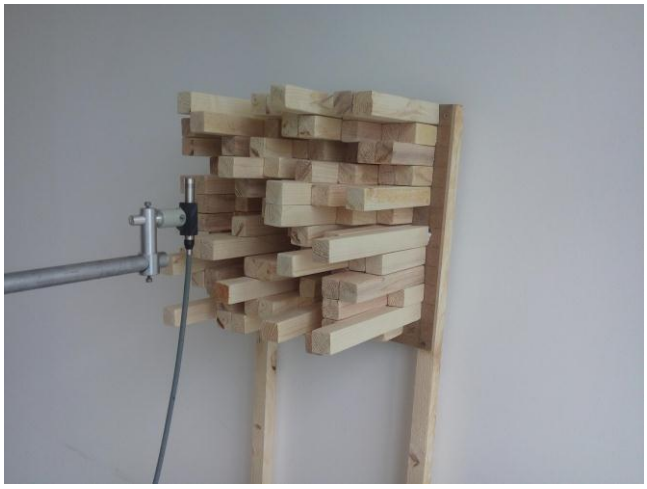
Slika 1. Matrica prema kojoj su letvice postavljane na osnovu.

Kao što je već pomenuto, matrica se sastoji od 5 elemenata različitih dužina, pri čemu je dužina jednog od elemenata 0cm, dok su ostala 4 elementa različitih dužina. Dužine svih elemenata, kao i njihov broj su prikazani u tabeli 1.

TABELA 1.
VISINA BAROVA IZ MATRICE I BROJ UPOTREBLJENIH BAROVA

Broj u matrici	Visina bara u cm	Količina
0	0	13
1	6,25	38
2	12,5	38
3	18,75	40
4	25	15

Nakon projektovanja, krenuli smo i sa fizičkom realizacijom projekta. Kao što je već spomenuto, osnova modela je ploča od medijapana, a na nju su pričvršćeni barovi od drveta. Pošto je predviđeno da se model može postaviti na bilo koji način, bilo je potrebno dobro učvrstiti barove za ploču kako bi bile bezbedne za upotrebu pri bilo kakvom načinu postavljanja. Da bi ovo postigli, pored lepka za drvo koji smo koristili, određeni broj barova je radi veće sigurnosti pričvršćen i zavrtnjima. Ovo se pre svega odnosi na najduže barove, ali su i neki od barova sa strane takođe pričvršćeni zavrtnjima. Konačan izgled modela nakon prethodno nabrojanih operacija je prikazan na slici 2.

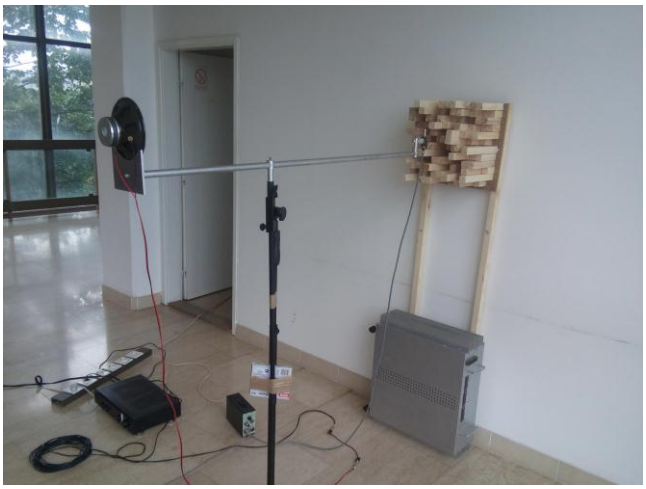


Slika 2. Izgled realizovanog difuzora.

Realizovani difuzor je ispitivan korišćenjem posebno napravljenog seta za merenje koeficijenta apsorpcije na mestu ugradnje. Naime, zvučnik koji je na jednom kraju fiksnog stativa emituje sweep signal čija se frekvencija menja u opsegu od 20 Hz do 20 KHz. Signal je emitovan dva puta sa pauzom između emitovanja od jedne sekunde. Prvo emitovanje se vršilo da bi se dobilo stacionarno zvučno polje u prostoriji, a zatim se prilikom drugog emitovanja vršilo merenje. Mikrofon se nalazi na drugom kraju stativa. Prilikom merenja menjan je ugao koji stalak zaklapa sa difuzorom. Vrednosti ugla su približno iznosile 30^o, 60^o i 90^o. Za sve vrednosti uglova su merenja vršena sa i bez difuzora.

Za potrebe merenja je korišćena sledeća oprema: eksterna audio kartica M-AUDIO Fast Track Pro, mikrofonski predpojačavač Bruel & Kjaer Type 2619, prenosivi računar, pojačavač SONY, TA-FE510, kondenzatorski merni mikrofon Bruel & Kaer Type 414433, napajanje ovog mikrofona Bruel & Kjaer Type 41442807 i zvučnik montirani na stalak.

Izgled opreme spremne za merenje pod različitim uglovima prikazan je na slikama 3 i 4.

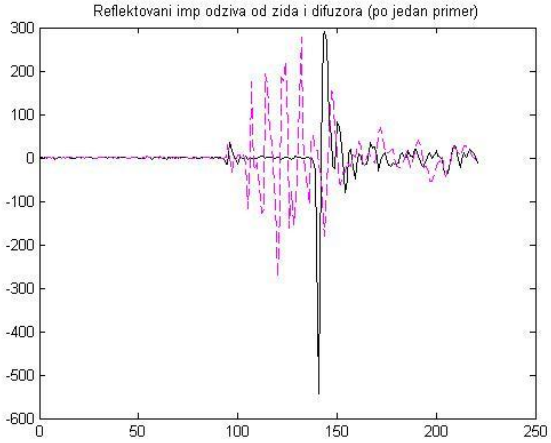


Slika 3. Postavljena oprema za snimanje pod uglom od 90 stepeni.

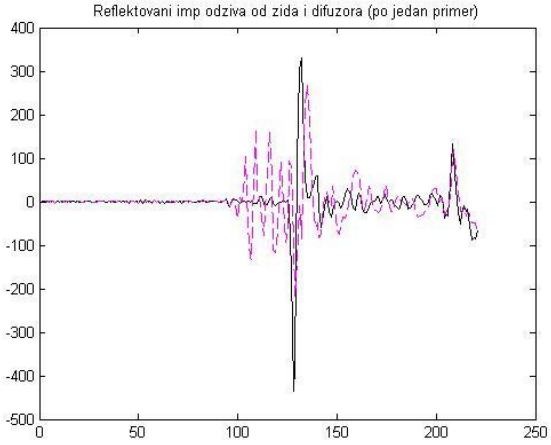


Slika 4. Postavljena oprema za snimanje pod uglom od 30 stepeni.

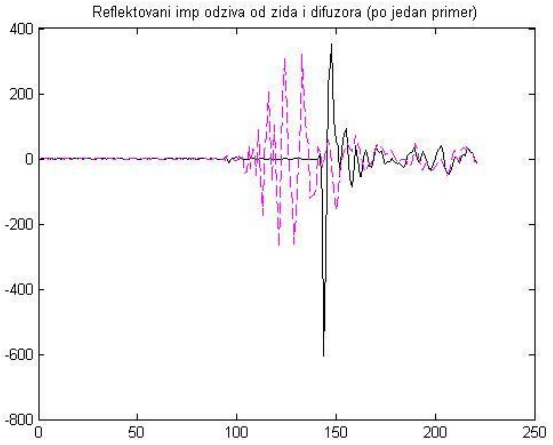
Nakon merenja dobijeni rezultati su analizirani u programskom paketu MATLAB. U tu svrhu je napravljen MATLAB program koji se sastoji od više od 500 linija koda. Slike 5, 6 i 7 prikazuju reflektovane impulsne odzive od zida i difuzora za uglove od 30, 60 i 90 stepeni, respektivno.



Slika 5. Impulsni odziv od zida i difuzora za ugao od 30 stepeni

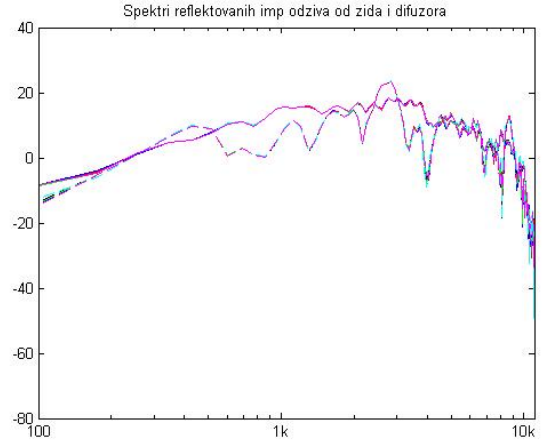


Slika 6. Impulsni odziv od zida i difuzora za ugao od 60 stepeni

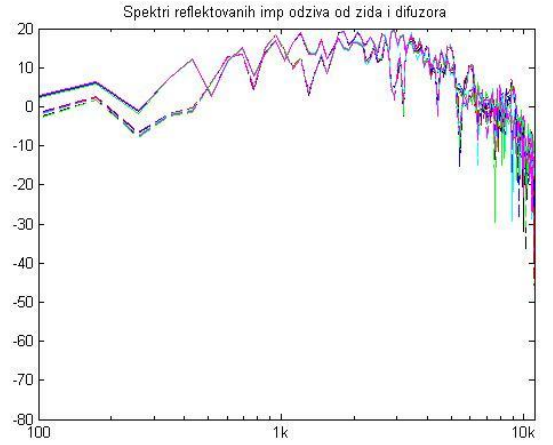


Slika 7. Impulsni odziv od zida i difuzora za ugao od 90 stepeni.

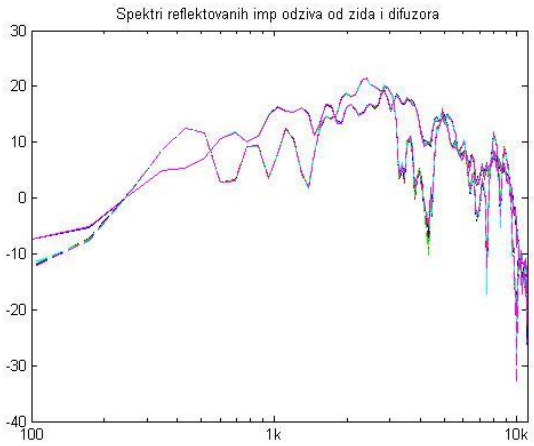
Slike 8, 9 i 10 prikazuju spektre reflektovanih impulsnih odziva od zida i difuzora za uglove od 30, 60 i 90 stepeni, respektivno.



Slika 8. Spektar reflektovanog impulsnog odziva od zida i difuzora za ugao od 30 stepeni.



Slika 9. Spektar reflektovanog impulsnog odziva od zida i difuzora za ugao od 60 stepeni.



Slika 10. Spektar reflektovanog impulsnog odziva od zida i difuzora za ugao od 90 stepeni

Sa slika se vidi da se u nekim tačkama događa konstruktivna interferencija, a u drugim tačkama destruktivna interferencija. Takođe se vidi da difuzor vrši rasejavanje audio signala na frekvencijama za koje je projektovan. Takođe se može primetiti da je rasejanje izraženije kada je difuzor pod uglom različitim od 90 stepeni.

V. ZAKLJUČAK

Projektovani Šrederov difuzor je uspešno realizovan i ispitan. Difuzor je projektovan za radni opseg od 688 Hz do 5740 Hz Prilikom testiranja je utvrđeno da izrađeni difuzor u potpunosti zadovoljava uslove zadatka i da radi veoma dobro u frekvencijskom opsegu za koji je projektovan. Takođe se iz dobijenih rezultata može videti da i u nekim delovima spektra za koje difuzor nije projektovan, postoji njegov određeni uticaj. Naravno, taj uticaj nije izražen kao u radnom opsegu, ali opet postoji. Obzirom na budžet koji smo imali prilikom izrade projekta, možemo reći da je izrađen model ispunio naša očekivanja, da radi ono za šta je projektovan kao i to da se može koristiti za profesionalnu obradu nekog akustičkog prostora.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta iz predmeta Audio tehnika, na smeru Telekomunikacije Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Hardverska i softverska realizacija projekta izvedena je pri Laboratoriji za akustiku, pod mentorstvom prof. dr Dejana Ćirića.

LITERATURA

[1] Kalkulator korišćen za izradu ovog projekta, dostupno na web adresi: http://www.mh-audio.nl/DiffusorCalculator.asp

Elektronska generacija brojeva za igru “Slagalica“

Ivica Jovanović

Rezime – U ovom radu je prikazana elektronska generacija brojeva realizovana digitalnim kolima za igru Slagalica. Pricip rada ovog uređaja može biti iskorišćen za generaciju random brojeva, raznih dečijih igara sa kockicama, i sl. tako da su mogućnosti njegove nadogradnje i modifikacije velike.

I. UVOD

Sada već čuvena igra „Slagalica“ dostigla je ogromnu popularnost i predstavlja omiljenu zabavu i razonodu mnogih koje svoje slobodno vreme sa užitkom provode rešavajući njene zadatke [1]. Ona razvija takmičarski duh i utiče na razvijanje logičkog razmišljanja tako da predstavlja spoj lepog i korisnog.



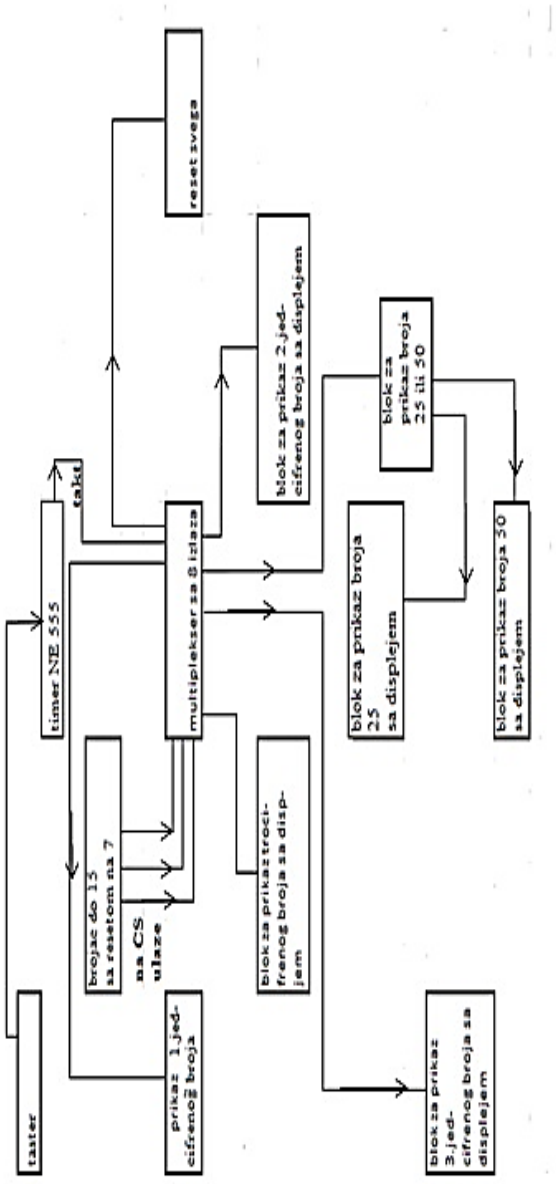
Slika 1. Slagalica brojeva.

Inače njena popularnost ne jenjava o čemu svedoči njena rasprostranjenost na društvenim mrežama, kao i neprestano povećanje uživaoca ove igre. U našem radu izvedena je praktična realizacija jedne od njenih omiljenih igara „Slagalice brojeva“ uz korišćenje digitalnih kola pa je za njenu realizaciju bilo potrebno dobro poznavnje ovih elektronskih sklopova. Inače uz malu modifikaciju ovog rada moguće je realzovati uređaje za generisanje slučajnih brojeva, nekih igara sa kockicama i slično tako da ova praktična realizacija treba da predstavlja dobar polazni osnov. U nastavku ćemo preći na praktičnu realizaciju ovog rada.

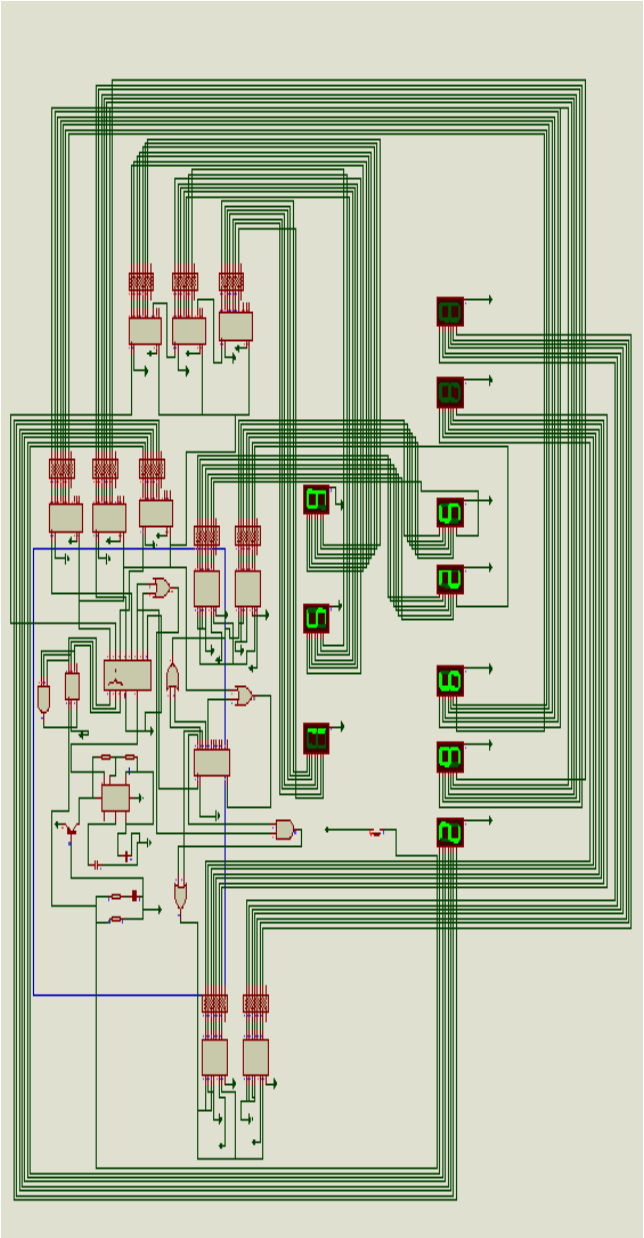
Ivica Jovanović, Elektronski fakultet-Aleksandra Medvedeva 14-, 18000 Niš-, Srbija-, Univerzitet u Nišu, Katedra za mikroelektroniku , E-mail: alonsole82@gmail.com

II. PRINCIP RADA

Na slici 2 data je blok šema slagalice brojeva.



Slika 2. Blok šema slagalice brojeva.



Slika 3. Električna šema slagalice brojeva.

Principijalna električna šema za generisanje brojeva prikazana je na slici 3. U praktičnoj realizaciji birane su komponente dostupne na tržištu.

Inače sam uređaj se napaja naponom od 5V i sastoji se od većeg broja integrisanih kola. Pri dodiru tastera započinje proces punjenja kondezatora C_3 vrednosti 0,1μF preko otpornika R_4 vrednosti 1kΩ, koji ujedno određuju vremensku konstantu punjenja. Kada napon na ovoj grani dostigne vrednost dovoljnu za rad kola NE 555 odnosno za generisanje takta na njegovom izlazu 3, kolo počinje sa generisanjem takta na pomenutom izlazu. Frekvenciju kola NE 555 određuju vrednosti elemenata, otpornika R_1,R_2, kao i kondezatora C_1, a proračunom je izabrana frekvencija od 10 kHz. Inače da bi *dyty cycle* bio 50% potrebno je da vrednost otpornika R_2 ima deset puta veću vrednost od vrednosti otpornika R_1, koja iznosi 700 Ω (R_1=70 Ω). Sam tajmer da bi radio u astabilnom režimu mora da ima povezane pinove 2 i 6. Svaki put prilikom pritiska tastera dolazi do povećanja stanje brojača, koji je realizovan preko integrisanog kola 4520 [5], i ovo povećanje stanja se dešava na rastućoj ivici takt signala nakon pritiska tastera. Brojač je realizovan da broji do 7, odnosno da na svom izlazu daje stanja 000, 001, 010, 011, 100, 101 i 110 nakon svakog pritiska tastera, nakon čega sledi autoreset preko njegovog pina MR. Izlazni pinovi ovog brojača 3, 4 i 5 su povezani na kontrolne ulaze multipleksera, koji u zavisnosti od stanja ovih ulaza prosleđuje takt kola NE 555 na njegove izlaze 13, 14, 15, 12, 1, 5 i 2. Sam multiplekser je realizovan digitalnim kolom 74HCT4051 [6].

Kada je aktivan 13. pin multipleksera dolazi do resetovanja svih displeja i prikazivanja nulte vrednosti na njegovim stanjima, osim displeja za prikazivanje brojeva 25 i 50 koji su isključeni preko BI (*blanking input*) pina integrisanog kola 4511 [7], odnosno podešeni za prikazivanje navedenih vrednosti samo kada postoji takt signal na integrisanom kolu 4017 [8], odnosno kada je aktivan pin 5 multipleksera, kao i pin za zadržavanje stanja na svim displejima odnosno kada je aktivan pin 2 multipleksera. Zbog sprečavanja prikazivanja broja 50 kada pin 13 multipleksera nije aktivan, što je primećeno na simulaciji bez upotrebe I kola u simulatoru „Proteus“, postavljeno je I kolo sa ulazima takt signala (takt signal dobijamo sa izlaza ILI kola koje kao ulaz ima pinove 5 i 2 multipleksera) i prvog izlaznog pina integrisanog kola 4017.

Pin 14 multipleksera je povezan *clock* pinom prvog BCD brojača koji je predstavljen integrisanim kolom 4026 [9], a *clock* preostala dva brojača je povezan sa CO pinom prethodnog. Izlaz svakog daje sedmosegmentne kodovane vrednosti koje su preko otporne mreže povezane na sedmosegmentne displeje koji ispisuju vrednosti cifara na njima. Na ovaj način, pritiskom na taster dobijamo trocifeni broj.

Pin 15 multipleksera, koji se aktivira narednim pritiskom na taster je povezan *clock* pinom narednog BCD brojača za prikazivanje prvog jednocifrenog broja koji je takođe realizovan integrisanim kolom 4026. Izlaz svakog daje sedmosegmentne kodovane vrednosti koje su preko otporne mreže povezane na sedmosegmentne displeje koji ispisuju vrednosti cifara na njima.

Pin 12 multipleksera, koji se aktivira narednim pritiskom na taster je povezan *clock* pinom narednog BCD brojača za prikazivanje sledećeg jednocifrenog broja na način opisan u prethodnom slučaju.

Pin 1 multipleksera , koji se aktivira narednim pritiskom na taster je povezan *clock* pinom narednog BCD brojača za prikazivanje sledećeg jednocifrenog broja na način opisan u prethodna dva slučaja.

Na ovaj način prethodnim pritiscima na taster (prethodna tri puta) dobili smo tri jednocifrena broja.

Pin 5 multipleksera je povezan sa pinom *clock-a* digitalnog kola 4017, koje na jednom od svojih izlaza, u zavisnosti od *clock-a*, daje vrednost logičke jedinice i svakim nailaskom impulsa na *clock* pinu menja se, (povećava), za jedan izlaz sa logičkom jedincom. Kolo je povezano da daje izlaze na pinove 3, 2, 4, i 7 u navedenom redosledu, dok je sledeći pin 10 povezan sa MR (*reset*), omogućavajući reset kola i započinjanje ciklusa ispočetka. Pinovi 3 i 2, odnosno 4 i 7 ovog kola predstavljaju vrednosti logičke jedinice na ulazu digitalnog kola 4511, koje vrši dekodiranje binarnih vrednosti za sedmosegmentni displej, odnosno za ispisivanje vrednosti na njemu. Vrednosti ovih logičkih jedinica sa izlaza digitalnog kola 4017 povezane su tako da se na sedmosegmentnim displejima ispisuju cifre 2, 5 i 0 odnosno da na četri sedmosegmentna displeja budu ispisani brojevi 25 i 50, s tim da je u svakom trenutku ispisan samo jedan broj (uključen samo jedan displej preko BI pina integrisanog kola 4511) u zavisnosti od vrednosti izlaza na IC 4017 odnosno logičke jedinice na pinovima 3 i 4 (ispisan broj 25) i pinu 2 i 7 (ispisan broj 50).

Pin 2 multipleksera je povezan sa ILI kolom i njegova funkcija je zadržavanje stanja na displejima odnosno prazan hod. Ovo ILI kolo ima ulogu ispisivanja vrednosti broja 50 na displeju samo u slučaju kada postoji izlaz multipleksera na pinovima 5 i 2, odnosno sprečava ispisivanje vrednosti 50 pri resetovanju cifara na displeju pošto logičko kolo 4017 daje vrednost logičke jedinice na prvom pinu i pre prvog nailaska impulsa takt signala. Kao što smo rekli ovo je osigurano ovim ILI kolom čiji se izlaz vodi na I kolo, a čiji se drugi ulaz uzima sa pina 3 (prvi izlaz) integrisanog kola 4017. Ovim je sprečeno ispisivanje broja 50 nakon reseta binarnog brojača odnosno displeja za ispisivanje cifara. U slučaju da su aktivni pin 5 multipleksera kao i pin 3 integrisanog kola 4017 biće ispisan broj 50 na displeju i njegovo trajanje će biti srazmerno frekvenciji tajmera NE 555. Nailaskom sledećeg impusla takt signala dolazi do prebacivanja izlaza na IC 4017. U slučaju da u tom trenutku pritiskom na taster prebacimo izlaz multipleksera na pin 2, odnosno budu aktivni pin 2 multipleksera i pin 3 IC 4017 doći će do neprestanog paljenja i gašenja displeja srazmerno frekvenciji tajmera (logička jedinica – uključen displej, logička nula – isključen displej) što u realnim uslovima rada neće predstavljati problem s obzirom na izabranu frekvenciju od 10 kHz i perzistenciju ljudskog oka. Kako bi smanjili mogućnost navedenog događaja povećali smo broj izlaza na IC 4017, odnosno pinovi 3 i 4 služe za prikazivanje broja 50, dok 2 i 7 služe za ispisivanje broja 25.

Naredni pritisak na taster omogućava prebacivanje izlaza multipleksera na pin 13 i resetovanje svih vrednosti (vrednosti binarnog brojača 4520, odnosno displeja preko pina MR IC 4026), odnosno vraćanje u stanje kada pritiskom na taster započinjemo napred opisani ciklus. Nakon reseta displeji za prikazivanje brojeva 25 i 50 su isključeni. Dolazi se do zaključka da je sam uređaj projektovan da radi i nakon puštanja tastera, odnosno kolo NE 555 dobija napajanje preko kondezatora C_3 koji se nakon puštanja tastera prazni preko otpornika R_4 vrednosti 1kΩ i R_3 vrednosti 1MΩ tako da će se ispisivanje brojeva u slučaju odgovarajućeg izlaza multipleksera nastaviti i nakon puštanja tastera i u zavisnosti od ove vremenske konstante moguće je menjanje trajanja ispisivanja brojeva nakon puštanja tastera.

III. KOMPONENTE ZA PRAKTIČNU REALIZACIJU

U radu su birane komponente dostupne na tržištu, i u tabeli 1 je dat spisak integrisanih kola neophodnih za generaciju brojeva, dok tabela 2 daje pregled aktivnih i pasivnih komponenti za praktičnu realizaciju ovog rada.

TABELA 1.
POPIS INTEGRISANIH KOLA NEOPHODNIH ZA GENERACIJU BROJEVA

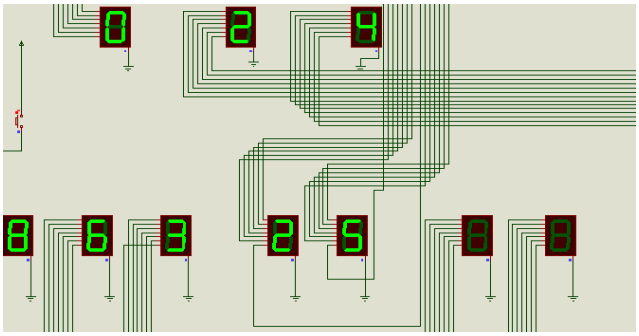
IC-kola-komponenta	kom.
NE 555 - timer	**1**
74HCT4051 – multiplekser	**1**
4520 – binarni brojač	**1**
4026 – decimalni brojač	**6**
4511 – bcd dekoder	**4**
4017 – dekadni brojač	**1**
sedmosegmentni displej sa zajedničkom katodom	**10**
otporne mreže za sedmosegmentni displej – 50 Ω	**10**
I - kolo sa 2 ulaza	**1**
I - kolo sa 3 ulaza	**1**
ILI - kolo sa dva ulaza	**4**

TABELA 2.
POPIS AKTIVNIH I PASIVNIH KOMPONENTI NEOPHODNIH ZA REALIZACIJU ELEKTRONSKE GENERACIJE BROJEVA

komponenta	vrednost	Kom.	komponenta	vrednost	tip	broj
R_1	70	1	C_1	0,1u	ker.	1
R_2	700	1	C_2	0,047u	ker	1
R_3	1M	1	C_3	1u	elek.	1
R_4	1k	1	taster			1
R_5	10k	1	pnp tranzistor – 2N3703			1
R_6	10k	1				

IV. SIMULACIJA

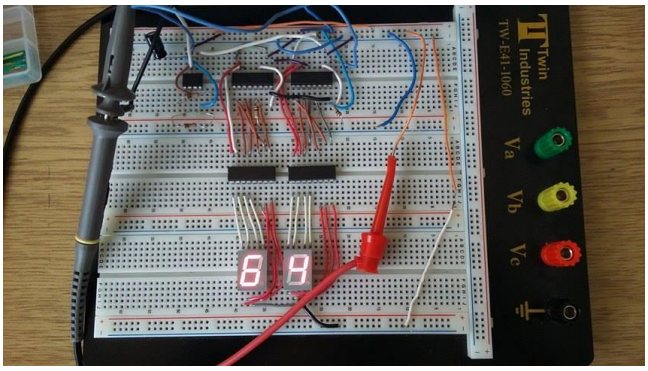
U praktičnoj simulaciji u simulatoru "Proteus" nakon sedam pritisaka na taster dobijamo jedan trocifreni broj, tri jednocifrena, jedan od brojeva 25 ili 50 (u našem slučaju 25) što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Ispisivanje broja u simulatoru Proteus.



Slika 5. Praktična realizacija na protoploči.



Slika 6. Praktična realizacija sa ispisom broja na protoploči.

U praktičnoj simulaciji prikazanoj na slici 5 merili smo frekvenciju tajmera NE 555 digitalnim osciloskopom, podesili smo napon napajanja sa izvora jednosmernog napajnja u kabinetu na 5V, i merili potrošnju struje koja za ceo sklop pri naponu od 5 V iznosi oko 180 mA. Na slici 6 vidimo i praktičnu simulaciju i ispis broja na displejima na protoploči. Zbog složenosti šeme uređaj je ispitivan po segmentima.

V. ZAKLJUČAK

U radu je dat princip projektovanja elektronske generacije brojeva za igru „slagalica" sa izvesnim ofsetom nakon puštanja tastera, odnosno nastavljanja daljeg rada izvesni period vremena. Inače sama realizacija je zahtevela kombinaciju različitih integrisanih kola i njihvo međusobno usklađivanje tako da sam rad predstavlja dobar primer realizacije uređaja. Na osnovu predstavljenih rešenja mogu se realizovati laboratorijski prototipovi ali i finalni uređaji. Sam princip rada i logika su lako primenjivi kao osnov za projektovanje različitih random aparata i slično. Mogućnosti za nadogradnju su velike, od korišćenje drugih komponenti za realizaciju uređaja do projektovanja štampane ploče finalnog uređaja, što će biti predmet daljeg rada.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat predstavlja master rad Elektronskog fakulteta u Nišu na smeru elektronske komponente i mikrosistemi (EKM) Univerziteta u Nišu. Projekat je realizovan na katedri za Mikroelektroniku, pod mentorstvom prof. dr Vesne Paunović, i stručne pomoći prof. dr Danijela Dankovića kojima se ovom prilikom posebno zahvaljujem.

LITERATURA

[1] Dostupno na: http://www.rts.rs/page/rts/sr/rtspredstavlja/story/213/emisije/168801/kviz-serija-tv-slagalica.html
[2] Dostupno na: http://www.keysight.com/en/pd-836435-pn-E3646A/60w-dual-output-power-supply-two-8v-3a-or-20v-15a?cc=RS&lc=eng
[3] Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/slvs044x/slvs044x.pdf
[4] Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf
[5] Dostupno na: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/26909/TI/CD4520.htm
[6] Dostupno na: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT4051.pdf
[7] Dostupno na: https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/74HC4511.pdf
[8] Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4017b.pdf
[9] Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4026b.pdf
[10] Dostupno na: Z. Prijić, Analogna mikroelektronika, Skripta, Elektronski fakultet u Nišu, 2014
[11] Dostupno na: http://www.ftn.kg.ac.rs/docs/elektronika/impulsna%20i%20digitalna-skripta.pdf
[12] Dostupno na: http://www.tequipment.net/InstekGDS-1022.html

Koncept studiranja master akademskih studija na univerzitetu Politecnico di Milano u Italiji

Nenad Petrović

Sadržaj – U ovom radu je prezentovan koncept studiranja na italijanskom univerzitetu Politecnico di Milano, sa ciljem da se svim zainteresovanim i budućim studentima omogući da saznaju neophodne informacije koje se tiču samog univerziteta, upisa, stipendija, organizacije nastave, perspektive nakon završetka i ostalih pogodnosti koje ovaj univerzitet nudi. Akcenat je stavljen na master akademske studije, za koje je ujedno i najveće interesovanje, što se internacionalnih studenata tiče, jer se u potpunosti odvijaju na engleskom jeziku, dok je na osnovnim akademskim studijama većina studijskih programa još uvek isključivo na italijanskom jeziku (osim arhitekture i dizajna). Osim toga, izložena su i pojedina lična iskustva autora vezana za master studijski program Računarstvo i inženjerstvo i za studije na ovom univerzitetu.

I. UVOD

Politecnico di Milano (POLIMI) je osnovan 1863. godine i vodeći je italijanski univerzitet po QS listi iz 2016. godine, dok je 183. na ovoj listi, što se globalnog nivoa tiče [1].

Univerzitet je organizovan u 7 kampusa, koji su locirani u sledećim gradovima: Milano (kampusi Leonardo i Bovisa), Como, Lecco, Cremona, Mantova i Piacenza [2].

S obzirom da je politehnički univerzitet u pitanju - širok spektar studijskih programa iz oblasti inženjerstva je na raspolaganju, među kojima su: arhitektura, dizajn, urbano planiranje biomedicinsko inženjerstvo i bioinformatika, građevinsko inženjerstvo, mašinsko inženjerstvo, inženjerstvo materijala, hemijsko inženjerstvo, inženjerska fizika, primenjena matematika, automatika, računarstvo, energetika, elektronika, telekomunikacije, geoinformatika, vazduhoplovno inženjerstvo i industrijski menadžment [3].

Po QS rang listi, ovaj univerzitet spada među najboljih 10 u Evropi u sledećim nastavnim oblastima: arhitektura, dizajn, računarstvo i informatika, građevinsko inženjerstvo, mašinsko inženjerstvo, vazduhoplovno inženjerstvo, inženjerstvo materijala i matematika, dok je u istim oblastima među 50 najboljih u svetu [1].

Na slici 1 prikazana je glavna zgrada kampusa Milano Leonardo.

Nenad Petrović, student master studija na smeru Computer Science and Engineering, Univerzitet Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano, Italija, E-mail: penenadpi@gmail.com



Slika 1. Glavna zgrada kampusa Milano Leonardo.

II. UPIS

Što se upisa tiče, prijava se vrši elektonski korišćenjem zvaničnog sajta univerziteta i pomoćnih web servisa.

Za upis na osnovne akademske studije se polaže kvalifikacioni prijemni ispit iz odgovarajućih oblasti, koji je u većini slučajeva na italijanskom jeziku. Osnovne akademske studije traju tri godine (180 ECTS kredita).

Master akademske studije su predviđene da traju dve godine (120 ECTS kredita). Tokom godine, postoje dva upisna roka za master studije - jedan traje od septembra do sredine ili kraja novembra, dok je drugi od sredine ili kraja januara do početka marta meseca. Moguće je započeti studije u prvom semestru (koji počinje svakog oktobra) ili drugom semestru (počinje svakog marta). Za upis na master studije neophodno je posedovati minimum 180 ECTS kredita i diplomu ili uverenje o završenim osnovnim akademskim studijama. U slučaju da je kandidat još uvek na osnovnim studijama u trenutku prijave, neophodna je potvrda o trajanju studija (sa prevodom na engleski jezik) u kojoj je navedeno da student može da završi trenutni nivo studija do zadatog roka (pre početka novog semestra na univerzitetu Politecnico di Milano) [4].

Kao prilog prijavi za master akademske studije, neophodno je priložiti [5]:

1. transkript ocena i diploma ili uverenje sa prevodima na engleski ili italijanski jezik;
2. certifikat o znanju engleskog jezika (TOEFL: minimum 78/120 poena, IELTS: minimum ocena 6, TOEIC: minimum 720 poena). Za studente koji u trenutku prijave nemaju jedan od priznatih certifikata, prihvata se pismo profesora engleskog

jezika sa fakulteta koji je predavao studentu u kome se tvrdi da je nivo položenog kursa najmanje B2. Međutim, u slučaju da student bude primljen na master studije, neophodno je dostaviti validan certifikat do zadatog roka;

3. motivaciono pismo na engleskom jeziku;
4. CV maksimalne dužine 2 stranice, na engleskom jeziku;
5. pismo preporuke napisano od strane profesora sa univerziteta ili poslodavca na engleskom jeziku;
6. detaljan opis kurseva studijskog programa akademskih studija na engleskom ili italijanskom jeziku.

III. STIPENDIJE

Postoje dve varijante stipendiranja koje donose određene pogodnosti studentima i oslobađaju ih pojedinih troškova vezanih za studije, nastavu i život za vreme studija [6].

Prva mogućnost jesu stipendije koje dodeljuje Politecnico di Milano i zasnovane su na akademskim rezultatima i profesionalnim ostvarenjima kandidata za master studije, bodovanim po kriterijumu upisne komisije (koji kao jedan od najbitnijih kriterijuma uzima u obzir prosečnu ocenu tokom studija, kvalitet studijskog programa, naučne radove, nagrade, stručne prakse, preporuke i radno iskustvo) [6].

Ove stipendije su podeljene u tri kategorije (u opadajućem redosledu po vrednosti) [7]:

1. PLATINUM stipendija - u vrednosti od 10 000 eura po godini, a dodatno pokriva i troškove školarine. Ovaj novac je raspoređen da pokriva trošak smeštaja u jednom od ponuđenih domova (što je oko 4500-5000 eura), dok je razlika isplaćena studentu u gotovini (oko 5000 eura). Ova stipendija je dodeljena na 10 najboljih prijavljenih kandidata u upisnom roku [8].

2. GOLD stipendija - u vrednosti od 5000 eura po godini, a pokriva i troškove školarine. Takođe, obuhvata i smeštaj u jednom od ponuđenih domova, s tim da je isplaćena gotovina manja (oko 500 eura). Ova stipendija je dodeljena za najviše 60 narednih kandidata na rang listi u upisnom roku [8].

3. SILVER stipendija - pokriva samo troškove školarine.

Druga mogućnost je DSU stipendija [9] koja se dodeljuje na osnovu imovinskog stanja studenta. Za ovu stipendiju je neophodno da se izračuna ISEE koeficijent imovinskog stanja za koji su neophodni dokumenti o primanjima i imovini studenta i njegove porodice (iz katastra i poreske uprave) prevedeni na italijanski jezik. Po ovom osnovu, za oko 300 studenata se dodeljuje i mesto u domu, dok se znatno većem broju studenata dodeljuje finansijska pomoć u dve rate koja je u vrednosti od oko 5000 eura, a obuhvata i karticu za studentski restoran sa limitom od 3 eura dnevno.

Nakon prihvatanja jedne od ovih stipendija, neophodno je platiti administrativnu taksu od 185 eura.

Različiti su uslovi za zadržavanje ovih stipendija. Što se prve varijante tiče, svaki student dobija ugovor u kome je naveden precizan uslov, koji je izražen kao ostvarenih ECTS kredita i prosečne ocene (u opsegu od 18 do 30). Za GOLD i SILVER stipendiju je u rasponu od 700 do 900, dok je za PLATINUM stipendiju oko 1200. Za DSU stipendiju je kriterijum 35 ili 40 ECTS kredita, zavisno od studijskog programa, s tim da studenti imaju pravo da jednom iskoriste bonus od 5 ECTS kredita u slučaju da im nedostaju krediti. Rok za ostvarivanje neophodnih uslova je početkom avgusta za studente koji su počeli godinu od prvog semestra [9].

Studenti imaju pravo samo na jednu od navedenih stipendija, a i mogućnost posedovanja više od jedne stipendije iz budžeta italijanske vlade je isključena.

Na slici 2 prikazan je studentski dom Casa dello Studente "Leonardo da Vinci", najbliži glavnoj zgradi kampusa Milano Leonardo, jedan od domova čija su mesta rezervisana za nosioce jedne od navedenih stipendija.



Slika 2. Studentski dom najbliži glavnoj zgradi kampusa Milano Leonardo, Casa dello Studente "Leonardo da Vinci".

IV. ORGANIZACIJA NASTAVE I POLAGANJE ISPITA

Master studije traju dve akademske godine (120 ECTS).

Na svakom studijskom programu student ima određene obavezne predmete, dok su ostatak izborni predmeti, s tim da određeni kriterijumi prilikom izbora i sastavljanja studijskog plana moraju da budu zadovoljeni.

Akademska godina je predviđena da sadrži 60 ECTS. Studenti dva puta u toku godine mogu da modifikuju svoj studijski plan, pri čemu je minimalan broj kredita po semestru 15 ECTS, dok je maksimalan broj kredita u akademskoj godini 80 ECTS. Za više od ostvarenih 72 ECTS kredita studenti plaćaju 130% od cene školarine.

Prilikom sastavljanja studijskog plana, studenti imaju mogućnost da, u okviru izbornih predemeta odaberu i predmete sa drugih studijskih programa, što studije na ovom univerzitetu čini prilagodljivijim individualnim interesovanjima i sklonostima.

Osim toga, moguće je odabrati i ograničen broj predmeta koji ne ulaze u prosečnu ocenu, a prilikom

modifikacije studijskog plana je moguće prebacivati izborne predmete iz efektivnih u kategoriju predmeta koji se ne računaju u okviru proseka, i obrnuto.

Na studijskom programu master akademskih studija Računarstvo i inženjerstvo, većina kurseva nosi 5 ECTS kredita, dok je manji broj kurseva od 10 ECTS kredita. Ova druga grupa su obimniji kursevi sa većim fondom časova. Nastava se za kurseve od 5 ECTS održava dva puta nedeljno u trajanju od 1 h 30 min, dok je duplo više za kurseve od 10 ECTS. Što se samih kurseva tiče, nastava se sastoji od predavanja i računskih vežbi, dok u okviru pojedinih kurseva postoje praktične, laboratorijske vežbe i seminari organizovani od strane velikih kompanija (poput kursa *Business Information Systems*), koji pružaju studentima mogućnost da steknu bolji uvid u zahteve tržišta iz određenih oblasti, što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Atmosfera sa časa praktične nastave (SAP projekat) u okviru kursa Business Information Systems I.

Ispiti se polažu u većini slučajeva u pisanoj formi (završni test), dok neki od njih imaju i usmeni ili laboratorijski deo. Pojedini ispiti obuhvataju i domaće zadatke/projekte, a neke od njih je moguće u potpunosti položiti na ovaj način. Manji broj kurseva sadrži kolokvijume.

Tokom godine postoje 3 ispitna roka. Prvi počinje krajem januara, drugi počinje krajem juna, a treći početkom septembra. U ispitnom roku studenti imaju pravo da biraju jedan od dva ponuđena termina za svaki kurs (ili čak da polažu dva puta), uz ograničenje da u prvom roku mogu polagati samo jednom predmete iz drugog semestra, a u drugom roku isto ograničenje važi za predmete iz prvog semestra, dok u trećem roku mogu da polažu bilo koji od slušanih kurseva i do dva puta. Ova fleksibilnost sa terminima za polaganje ispita postoji iz razloga što je veliki broj izbornih predmeta na raspolaganju i često se dešava da dođe do preklapanja termina ispita ili čak i nastavnih obaveza za pojedine kurseve.

Upisna komisija za svakog studenta pojedinačno određuje dodatne obavezne ispite u slučaju da ih nije imao za vreme osnovnih akademskih studija. Osim toga, pojedini obavezni ispiti mogu studentima biti zabranjeni za polaganje, u slučaju da su ih već položili na prethodnom nivou studija, pod uslovom da se kursevi slažu više od 65%. Umesto njih, studenti imaju prilike da odaberu predmete po svom izboru.

Po ostvarivanju određenog broja kredita (najmanje 100 ECTS) uz ispunjenje kriterijuma o obaveznim ispitima, student se kvalifikuje za odbranu master rada koji vredi 20 ECTS. Odbrana master rada je moguća u jednom od ponuđenih rokova: septembra, decembra, marta ili jula. [10].

V. Ocenjivanje

Sistem ocenjivanja je isti kao i na ostalim italijanskim univerzitetima. Svaki ispit se boduje u opsegu od 0 do 30, dok je najmanja prelazna ocena 18 bodova. Studenti koji pokažu izuzetne rezultate na ispitu, dobijaju ocenu 30L (30 cum laude), što je ujedno i najviša ocena. Zbog toga, na nekim ispitima ukupan broj ostvarivih bodova je neretko preko 30 (čak i do 34). U toj situaciji, svako ko ima više od 30 bodova dobija 30L.

Što se master rada tiče, postoje dve opcije.

Prva opcija je "tesa". Ovo je standardni master rad i predviđena je izrada u vremenskom periodu od 6 do 12 meseci. Maksimalan broj poena koji može da donese je 7.

Druga opcija je "tesina". Ovo je master rad manjeg obima i težine, predviđen da se radi od 3 do 6 meseci. Maksimalno vredi 4 poena.

U oba slučaja, rad vredi 20 ECTS kredita.

Konačna ocena po završetku studija se daje u opsegu do 110 i to po sledećoj formuli [10]:

*x = (prosečan_broj_poena/30)*110*
konačna_ocena = x + ocena_master_rada

Najveća konačna ocena koja se može dobiti je 110 cum laude i rezervisana je za studente koji po prethodnoj formuli u zbiru imaju preko 111.

VI. Master studije na smeru *Computer Science and Engineering*

U ovom poglavlju predstavljane su osnovne činjenice o studijskom programu master akademskih studija pod nazivom *Computer Science and Engineering* [11], koji autor ovog teksta trenutno pohađa na kampusu Milano Leonardo.

Cilj ovog studijskog programa je da pruži ne samo jaku profesionalnu kvalifikaciju, već i sposobnost kritičkog i aktivnog učešća u evoluciji informacionih tehnologija i njenih primena. Kao rezultat, eksperti treba da razumeju evoluciju tehnologije u potpunosti, ali i da budu sposobni da lično doprinesu njenom razvoju.

Master studijski program, sa početkom od akademske 2016/2017. ima dva smera: T2A i T2M.

T2A je smer koji pruža maksimalnu fleksibilnost, jer omogućuje studentima da veći deo predmeta sami biraju.

T2M je smer koji je fokusiran na inženjerstvo zvuka i muzičku akustiku (*Sound Enginnering and Musical*

Acoustics). Kursevi sa druge godine za ovaj smer se održavaju u Cremona kampusu.

U okviru smera T2A postoje preporučeni podsmerovi, kojih studenti mogu da se drže prilikom izbora predmeta, ali nisu u obavezi.

Obavezni zajednički predmeti za oba smera su: *Databases 2*, *Software Engineering 2*, *Formal Languages and Compilers*, *Foundations of Operations Research*, *Computing Infrastructures*, *Computer Security* i *Advanced Computer Architectures.*

S obzirom da se na većini univerziteta u Srbiji neki od ovih kurseva polažu u okviru osnovnih studija (poput Programskih prevodioca i Savremenih računarskih arhitektura), moguće je da se, uz odobrenje komisije, uzmu drugi kursevi umesto nekog od navedenih. Osim toga, vrlo često se dešava da se studentima koji nisu studirali osnovne studije na Politecnico di Milano, od strane upisne komisije, ubace kao obavezni u studijski plan kursevi *Algebra and Mathematical Logic* i *Theoretical Computer Science*. Ovi kursevi spadaju u fundamentalne kurseve računarstva, ali se u ovom obliku ne nude na srpskim univerzitetima u okviru osnovnih studija računarstva i informatike kao posebni predmeti, već kao deo nekih većih kurseva na nižim godinama.

Svi izborni predmeti podeljeni su u nekoliko kategorija. U nastavku, biće navedena neka od ograničenja prilikom odabira predmeta.

Studenti su u obavezi da polože najmanje 15 ECTS kredita iz grupe INT1. Ovde spadaju kursevi iz primenjene matematike i matematičkog inženjerstva - *Model Identification and Data Analysis, Numerical Analysis, Multimedia Signals, Foundations of Operations Research, Algebra and Mathematical Logic.*

Osim toga, obavezno je sakupiti najmanje 55 ECTS iz grupa TABA i TABB, s tim da je neophodno imati najmanje 45 ECTS iz TABA .

TABA čine kursevi koji se tiču veštačke inteligencije (*Artificial Intelligence, Soft Computing, Machine Learning), Distributed Systems, Embedded Systems, Business Information Systems, Technologies for Information Systems, Digital Systems Design Methodologies* i drugi.

TABB čine kursevi iz računarstva koji su više praktični nego teorijski i uglavnom se ispit polaže kompletno ili delimično u vidu projekta sa implementacijom. Ovde spadaju predmeti *Videogame Design and Programming, Design and Implementation of Mobile Applications, Recommender Systems, Natural Language Processing, Image Analysis and Computer Vision, Philosophical Issues of Computer Science, Knowledge Engineering ,Design and Robotics* i drugi.

Zanimljiva je činjenica da neki od ovih kurseva obuhvataju i učešće na univerzitetskim i internacionalnim takmičenja ili kolaboracionim projektima sa drugim univerzitetima. Na taj način, uz odgovarajuće rezultate, studenti mogu da budu oslobođeni celog ispita, nekog dela ili da dobiju veću konačnu ocenu. U ove kurseve spadaju: *Software Engineering 2, Recommender Systems, Distributed Software Development* i *Computer Security.*

Pored ovih kurseva, na raspolaganju su i izborni predmeti iz oblasti automatike, telekomunikacija, bioinformatike, ali i kursevi sa doktorskih studija (najviše može jedan da se odabere iz ove kategorije).

Postoje tri načina realizacije master rada koji se praktikuju. Prva opcija je da se, uz odobrenje profesora, za master rad proširi neki od realizovanih projekata u okviru kurseva. Takođe, za završni master rad moguće je odabrati temu koja ne mora direktno biti vezana za polagane i birane predmete. Kao treća opcija je realizacija master rada u okviru neke kompanije za vreme prakse.

VII. SERVISI FAKULTETA I POGODNOSTI

Politecnico di Milano poseduje veliki broj fizičkih i onlajn servisa koji doprinose poboljšanju kvaliteta studija.

Onlajn servisima se pristupa pomoću jedinstvenog identifikacionog broja (person code) i šifre. Ovi servisi obuhvataju elektronsku poštu, softverske alate, elektronsku prijavu ispita, elektronski uvid u akademske rezultate, a i nastavnu platformu na kojoj profesori postavljaju materijale sa predavanja i informacije u vezi nastave.

Biblioteka je integrisana sa onlajn servisom, gde je moguće steći uvid u dostupnost knjiga i rezervisati željenu knjigu.

Jedna od najvećih pogodnosti studiranja na Politecnico di Milano je mogućnost pronalaženja plaćene prakse ili posla putem onlajn servisa koji je pod kontrolom univerziteta (Career Service). Studenti samo treba da ostave svoj CV i da se prijave za jedan od ponuđenih poslova. Nakon toga, fakultet ih kontaktira i povezuje sa poslodavcima koji su zainteresovani. Osim klasičnih praksi i poslova, moguće je prijaviti se za izradu završnog rada za vreme plaćene prakse u nekoj od firmi. Pored toga, često se održavaju seminari na kojima predstavnici korporacija u saradnji sa profesorima prezentuju projekte uz mogućnost da se zainteresovani studenti pridruže.

Osim toga, servis elektronske pošte je potpuno povezan sa Microsoft Outlook, na raspolaganju je Microsoft One Drive, Office 365, pa čak i Dreamspark, putem kojeg studenti mogu preuzeti potpuno besplatno širok asortiman Microsoftovih softverskih proizvoda, među kojima su i najnovije verzije Windowsa.

Pored svega toga, na raspolaganju je i softver drugih proizvođača i licence za mnoge popularne alate za izradu prezentacija, dokumenata itd.

Najuspešniji studenti imaju mogućnost da se prijave na konkurs za saradnike u nastavi. To je plaćeno angažovanje studenata u okviru pojedinih kurseva, gde oni za svoje kolege pripremaju domaće zadatke i ocenjuju, drže im neki vid računskih ili praktičnih vežbi na računaru. Naravno, preduslov je da student koji se prijavi ima položen taj ispit u okviru kog namerava da bude saradnik u nastavi.

Što se stranih jezika tiče - studenti, koji su nosioci stipendije, imaju pravo na besplatne kurseve italijanskog jezika organizovane od strane univerziteta i to po nivoima: A0 (početni kurs), A1, A2 i B1. Ovi kursevi se ne ocenjuju i ne nose ECTS kredite. Traju 40 sati, što je podeljeno u termine od 1 h 45 min i održavaju se dva puta nedeljno u večernjim časovima - ponedeljkom i sredom ili utorkom i četvrtkom (student bira termin koji mu više odgovara). Za redovnost pohađanja veću od 70% studenti dobijaju certifikat o odslušanom kursu [12].

VIII. ZAKLJUČAK

Master akademske studije na univerzitetu Politecnico di Milano u Italiji su vrlo fleksibilne i pružaju veliku mogućnost prilagođavanja ličnim interesovanjima i sklonostima svakog studenta u velikoj meri, a i veliki je broj raspoloživih izbornih predmeta, što su jedne od prednosti ovog univerziteta.

Stipendije koje je moguće steći kao student ovog univerziteta pokrivaju znatni deo neophodnih troškova za studije i život tokom trajanja studijskog programa.

Osim toga, univerzitet nudi veliki broj servisa za studente, što doprinosi većem kvalitetu studija, a saradnja sa kompanijama predstavlja šansu studentima da svoje znanje unovče i nađu posao.

LITERATURA

[1] Politecnico di Milano: Rankings, [On Line]. Dostupno na: http://www.polimi.it/en/university/rankings/

[2] Politecnico di Milani: Campuses , [On Line]. Dostupno na: http://www.polimi.it/en/university/campuses/

[3] Polinternational: Laurea Magistrale (equivalent to Master of Science) programmes, [On Line]. Dostupno na: http://www.polinternational.polimi.it/educational-offer/laurea-magistrale-equivalent-to-master-of-science-programmes/

[4] Polinternational: How to apply, [On Line]. Dostupno na:http://www.polinternational.polimi.it/how-to-apply/laurea-magistrale/how-to-apply

[5] Polinternational: List of documents required by the Admissions Office, [On Line]. Dostupno na:http://www.polinternational.polimi.it/how-to-apply/laurea-magistrale/how-to-apply/list-of-documents-required-by-the-admissions-office/

[6] Polinternational: Scholarships, [On Line]. Dostupno na:http://www.polinternational.polimi.it/how-to-apply/laurea-magistrale/scholarships/

[7] Polinternational: Other information about merit-based scholarships, [On Line]. Dostupno na: http://www.polinternational.polimi.it/how-to-apply/laurea-magistrale/scholarships/other-information-about-merit-based-scholarships/

[8] bando_PLATINUM_GOLD_MILANO_2016-17_sem1.pdf, [On Line]. Dosupno na: http://www.polinternational.polimi.it/fileadmin/user_upload/documenti/Scholarships/2016-2017_1st_semester/bando_PLATINUM_GOLD_MILANO_2016-17_sem1.pdf

[9] DSU call 2016, [Online]. Dostupno na: http://www.polimi.it/uploads/media/CALL_DSU_16.pdf

[10] Master of Science Tutoring: How to Choose a Thesis, [On Line]. Dostupno na:http://ecs.dei.polimi.it/uni/thesis.html

[11] Regolamento didattico del Corso di Studi [Online]. Dostupno na:https://www4.ceda.polimi.it/manifesti/manifesti/controller/extra/RegolamentoPublic.do?jaf_currentWFID=main&EVN_DEFAULT=evento&aa=2016&k_corso_la=481&lang=EN

[12] Polinternational: Italian courses, [Online]. Dostupno na:http://www.polinternational.polimi.it/life/living-polimi/italian-courses/

Analiza složenosti upotrebe Backtracking algoritma prilikom rešavanja problema farbanja grafa

Jovan Milojković

Abstract – U ovom radu biće predstavljena analiza složenosti upotrebe Backtracking kao i algoritma koji koristi Backtracking prilikom rešavanja problema farbanja grafa. Ovaj rad se može iskoristiti kao referenca prilikom računanja složenosti algoritama farbanja grafa čija je osnova Backtracking algoritam i može se upotrebiti sličan način razmišljanja prilikom računanja kompleksnosti drugih algoritama koji koriste Backtracking a slični su problemu farbanja grafa.

I. UVOD

Problemi zadovoljenja ograničenja su matematički problemi koji definišu objekte koji moraju ispuniti neka ograničenja. Skup objekata mora biti konačan kao i skup ograničenja. Tipični primeri takvih problema koji su Sudoku, problem 8 kraljica, ukrštenice. Mi ćemo vam predstaviti jedan problem iz ovog skupa, problem bojenja mape. Prvo čemo dati formalnu definiciju problema:

Def 1. Svaki problem zadovoljenja ograničenja se sastoji iz 3 skupa, skupa $X, |X| = n$ kao skupa promenljivih, skupa $D, |D| = n$ kao skupa domena, i skupa $C, |C| = m$ kao skupa ograničenja. Svaka promenljiva x_i uzima vrednost iz nepraznog domena d_i. Elementi skupa C sastoje iz parova elementa, (t_i,R_j) gde je $t_i \subseteq X$, $|t_i| = k$, a R_j je k-enarna relacija nad korenspodentnim skupom domena D_j. Rešenje v zadovoljava ograničenje (t_i,R_j) ako domeni dodeljeni skupu t_i zadovoljavaju uslov R_j. [1]

Problemi zadovoljenja ograničenja se uglavnom rešavaju pretragom. Jedan od najpoznatijih I najkorišćenijih algoritama je algoritam Backtracking. Sada ćemo definisati sam problem farbanja grafa.

Definicija problema: Kako ofarbatu mapu, sa n teritorija, sa m boja ali tako da dve susedne teritorije ne budu iste boje (više o ovom problemu možete naći u [2]).

II. BACKTRACKING ALGORITAM

Backtracking je algoritam koji se često koristi za rešavanje problema koje možemo predstaviti preko stanja. Isto tako se koristi prilikom rešavanja NP-kompletnih problema. Najčešća primena ovog algoritma je kod problema zadovoljenja ograničenja. Može se iskoristiti da bi se našlo jedno ili više rešenja. Klasičan primer je problem 8 kraljica, problem rešavanja sudoku puzle, problem bojenja mape i mnogi drugi.

Sam Backtracking se zasniva na pravljenju stabla stanja (stabla odlučivanja ili stablo traženja). Stablo odlučivanja je stablo dubine n sa faktorom granjanja m. Backtracking algoritam se može dati sledećim pseudo kodom:

```
Backtracking( čvor, stanje ){
  while( broj_vrednosti_čvora≠0 )
    biranje_vrednosti_čvora( čvor )
    broj_vrednosti_čvora = broj_vrednosti_čvora-1
    update( novo_stanje, stanje, čvor )
    if( uslov_kraja( novo_stanje ) )
      return novo_stanje
    za sve potomke čvora:
      novo_stanje2 = Backtracking( čvor, novo_stanje)
      if( uslov_kraja( novo_stanje2 ) )
        return novo_stanje2
  return stanje
}
```

Ovim algoritmom tražimo jedno stanje koje predstavlja rešenje problema. Prilikom korišćenja backtracking algoritma uglavnom se mora doći do listova u stablu stanja jer listovi stabla predstavljaju rešenja problema. U najobičnijem primeru, možemo dati najgore rešenje kojim ćemo generisati kompletno stablo traženja, što nije zadovoljavajuće sa pogleda vremenskog izvršenja algoritma. Prethodna rečenica govori da se sam Backtracking ne može koristiti sam po sebi. Radi ubrzanja algoritma dodajemo strategije koje ubrzavaju algoritam, i krate stablo traženja. Takve strategije se implementiraju u funkciji *biranje_vrednosti_čvora* i načinom odabira sledećeg potomka. Strategije koje uvodimo služe da ne tražimo rešenja u stablu traženja po podstablima gde ih ili nema uopšte ili ima mnogo malo, pa se ne isplati ići tim granama, to su strategije kojima biramo sledećeg potomka. Strategije koje uvodimo da trenutni čvor bude imao validnu vrednost, ili pak vrednost koja će najviše usloviti ili najmanje usloviti sledeće stanje, pripadaju strategijama biranja vrednosti trenutnog čvora (u primeru to je funkcija *biranje_vrednosti_čvora*). Više o Backtracking algoritmu možete pogledati u [3].

III. ANALIZA SLOŽENOSTI BACKTRACKING ALGORITMA

Razmatrajmo prvo kompletno stablo dubine n i faktorom granjanja m. Takvo stablo ima m^n listova. Kako

Jovan Milojković je student smera računarstvo i informatika Elektronskog fakulteta, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 1800 Niš, Srbija, E-mail: jovanmilojkovic4@gmail.com

smo pomenuli da se u većini slučajeva u listovima kriju rešenja, to znači da kada bi smo uvek išli od početja vreme traženja po takvom stablu bi bilo $O(n,m) = n * m^n$.

Ako bi smo rekli da dati graf ima tačno jedno farbanje, odatle proizilazi da u najgorem slučaju postoji $m!$ farbanja datog grafa. Verovatnoća da smo pogodili pravi način farbanja je $m!/m^n$, dok verovatnoća da nismo je $1 - m!/m^n$. Nas zanima koliko ćemo loših pokušaja imati dok ne nađemo pravi način farbanja. Neka je $p = m!/m^n$, verovatnoća pogodka i neka je $q = 1 - m!/m^n$, verovatnoća promašaja. Neka je X diskretna slučajna promenljiva definisana kao broj promašaja prilikom traženja u stablu traženja pre jednog pogotka, pre jednog našenog rešenja. To jest:

$$X[i] = q^i \tag{1}$$

Matematičko očekivanje takve slučajne promenljive je:

$$E(X) = \sum X[i] = \frac{1}{1-q} = \frac{1}{p} = \frac{m^n}{m!}\ , X[i] = q^i \tag{2}$$

jer je $q < 1$. Odavde smo dobili da je potrebno da obiđemo $\frac{m^n}{m!}$ listova pre nego dođemo do rešenja. Odavde dobijamo da je složenost korišćenja Backtracking algoritma jednaka, naravno koristeći pretpostavku da uvek krećemo od poćetka:

$$O(n,m) = n * \left\lceil \frac{m^n}{m!} \right\rceil. \tag{3}$$

Prvo ćemo definisati neke stvari. Neka je $B(n,m)$ složenost odabira boje trenutnog čvora, i neka je $S(n,m)$ složenost snimanja trenutne strukture stanja u stek stanja.

Def 2. Neka su $m, n \in$ N, i neka je i bilo koji broj od $0 \dots m^n$. Definišemo funkciju $f(n,i,m)$, kao funkciju koja govori koliko čvora ćemo obići prilikom i-te rekurzije u stablu traženja dubine n, sa konstantnim faktorom granjanja m, koristeći Backtracking algoritam.

Ako bi smo pretpostavili da ćemo snimiti stanje svaki put kada neki čvor budemo farbali, dobijamo ukupnu složenost algoritma kao:

$$O(n,m) = \sum_{i=0}^{\left\lceil \frac{m^n}{m!} \right\rceil} f(n,i,m) * (\ B(n,m) + S(n,m)\ ), \tag{4}$$

gde funkcija $f(n,i,m)$ predstavlja broj čvorova koji farbamo u *i-tom* pokušaju. Ako funkcije $B(n,m)$ i $S(n,m)$ ne zavise od trenutnog čvora koji se farba, i od trenutne iteracije, dobijamo:

$$O(n,m) = (\ B(n,m) + S(n,m)\ ) * \sum_{i=0}^{\left\lceil \frac{m^n}{m!} \right\rceil} f(n,i,m). \tag{5}$$

Jedino što je ostalo jeste definisati funkciju $f(n,i,m)$ i naći sumu iz formule.

Teorema 1. Funkcija $f(n,i,m)$ gde su $m, n \in \mathbb{N}$ i $i = 0,1,2 \dots\ m^n - 1$ se definiše kao:

$$f(n,i,m) = \begin{cases} n, & i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right) = 0 \\ f\left(n-1, i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right), m\right), & i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right) \neq 0 \end{cases}, \tag{6}$$

je funkcija koja govori koliko će se čvora obraditi prilikom *i-te* rekurzije korišćenjem Backtracking postupka za kompletno stablo dubine *n* sa faktorem granjanja *m*.

Dokaz. Gledanjem stabla pretrage sve listove možemo podeliti na listove koji pripadaju prvom pod stablu, listove koji pripadaju drugom podstablu, do listove koji pripadaju m-tom podstablu. Dalje kada prelazimo iz jednog podstabla u drugo, to je kada je $i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right) = 0$, tada imamo n čvorova koji će se obraditi dok se ne dođe do prvog lista u drugom podstablu. Osatak formule se dobija jer isti broj čvorova ima da obradimo u tom podstablu kao i u originalnom stablu u i-tom pokušaju, jer ne idemo do vrha nego se šetamo u tom podstablu. Dalje kako je $f(n-1,i,m)$, definisano samo ako je $i = 0,1,2 \dots\ m^{n-1} - 1$, ostalo je dokazati da je $m^{n-1} - 1 \leq i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right)$, gde $i = 0,1,2 \dots\ m^n - 1$. Ovo je opšte poznato iz modularne aritmetike, tako da dokaz nije potreban. ■

Def 3. Definišimo ${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m)$ kao:

$${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m) = \sum_{i=0}^{m^n} f(n,i,m). \tag{7}$$

Teorema 2. Neka je dato ${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m)$. Tada je:

$$\begin{aligned} {}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m) &= m * n + m * {}^{m^{n-1}-1}_{i=1}|\mathrm{H}(n-1,m) \\ &= n * m + (m-1) \\ &\quad * \sum_{i=1}^{n} m^i * (n-i). \end{aligned} \tag{8}$$

Dokaz. Ako bi smo posmatrali stablo stanja koje dobijamo, možemo uočiti da će se niz od *n* čvorova izvršiti *m* puta prilikom pretrage. Dalje delimo stablo na podstabla. U svakom od podstabla imamo da im fali samo prvi član to jest kada je $i = 0$, odakle dobijamo rekurzivnu formulu za ${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m)$:

$${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m) = m * n + m * {}^{m^{n-1}-1}_{i=1}|\mathrm{H}(n-1,m), \tag{9}$$

kako je prvi član sume uvek jednak *n*, dalje možemo razvijati datu formulu kao:

$${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m) = m * n + m * ((m-1) * (n-1) + m * {}^{m^{n-2}-1}_{i=1}|\mathrm{H}(n-2,m)) = \tag{10}$$

$$m*n+m*(m-1)*(n-1)+\ m^2*{}^{m^{n-2}-1}_{i=1}|\mathrm{H}(n-2,m))=\cdots=$$
$$m*n+\ m*(m-1)*(n-1)+\ m^2*(m-1)*(n-2)+\cdots+m^{n-1}*(m-1)*(n-n+1)=$$
$$n*m+\sum_{i=1}^{n} m^i*(m-1)*(n-i)=n*m+(m-1)*\sum_{i=1}^{n} m^i*(n-i),$$

čime smo dokazali tvrđenje teoreme.■

Odavde možemo dati gornju granicu vremena izvršavanja algoritma, to jest da ako je pravo rešenje zadnje rešenje na koje ćemo naići, ako ćemo pritom obići celo stablo pretrage, jednako:

$$\begin{aligned} O(n,m) &= (\,B(n,m)+S(n,m)\,)*\sum_{i=0}^{m^n-1} f(n,i,m) \\ &= (\,B(n,m)+S(n,m)\,) \\ &* {}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m)= \\ &(\,B(n,m)+S(n,m)\,)*(n*m+(m-1) \\ &*\sum_{i=1}^{n} m^i*(n-i)). \end{aligned} \tag{11}$$

Odavde smo dobili da je vreme pretrage eksponencijalno određeno faktorom *n*.

Teorema 3. Neka je data funkcija ${}^{m^n-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m)$ definisana kao u *Definiciji 2*, tada je:

$$\begin{aligned} {}^{k}_{i=0}|\mathrm{H}(n,m) &= \left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor*n+\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor*((n-1)*m \\ &+(m-1)*\sum_{i=1}^{n-1} m^i*(n-1-i)) \\ &+ {}^{k-\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor*m^{n-1}}_{i=1}|\mathrm{H}(n-1,m) \end{aligned} \tag{12}$$

gde *k* može biti bilo koji broj od 0 ... m^n-1.

Dokaz. Dokaz ćemo dati po ćlanovima iz formule (12). Kako je funkcija $f(n,i,m)$ jednaka n samo kada je $i\ mod\ \left(\frac{m^n}{m}\right)=0$, odatle sledi prvi član $\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor*n$. Drugi član je proizašao iz toga da smo sigurno prešli $\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor-1$ celih podstabla dubine $n-1$, odatle dobijamo $\left(\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor-1\right)*{}^{m^{n-1}-1}_{i=0}|\mathrm{H}(n-1,m)$. Treći član je ostatak podstabla koje smo načeli, zbog toga je gornja granica $k-\left\lfloor\frac{k}{m^{n-1}}\right\rfloor*m^{n-1}$, jer taj broj predstavlja koliko traženja nam je ostalo u tom podstablu.■

Dalje možemo dodatno generalizovati stvari. Na primer šta ako faktor granjanja nije konstantan nego je različit za svaki nivo u stablu traženja, a stablo inadalje ostane kompletno.

Neka je dato kompletno stablo traženja dubine *n*, sa promenljivim faktorom granjanja m kroz nivoe, to jest neka je faktor granjanja m dat kao $m=g(j)$, gde je *j* trenutni nivo u kome se nalazimo, $j=0\ldots n-1$ i neka je $g(n)=0$. Takvo stablo ima $\prod_{i=0}^{n-1} g(j)$ listova. Za takvo stablo dajemo sledeće definicije.

Def 4. Neka je dato kompletno stablo traženja dubine *n*, sa promenljivim faktorom granjanja m kroz nivoe, to jest neka je faktor granjanja m dat kao $m=g(j)$, gde je *j* trenutni nivo u kome se nalazimo, $j=0\ldots n-1$ i neka je $g(n)=0\quad,\quad i=0,1,2\ldots\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1\quad$. Funkcija $\dot{f}(n,i,g(j))$ je funkcija koja nam priča koliko čvorova će se obraditi u *i-tom* rekurzivnom postupku ako se stablo traženja obrađuje Backtracking algoritmom.

Def 5. Definišimo ${}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1}_{i=0}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j))$ kao:

$${}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1}_{i=0}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j))=\sum_{i=0}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1} \dot{f}\big(n,i,g(j)\big). \tag{13}$$

Teorema 4. Neka je dato stablo traženja dubine *n*, sa promenljivim faktorom granjanja m kroz nivoe, to jest neka je faktor granjanja m dat kao $m=g(j)$, gde je *j* trenutni nivo u kome se nalazimo, $j=0\ldots n-1$ i neka je $g(n)=0\ ,\ i=0,1,2\ldots\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1$. Funkciju $\dot{f}(n,i,g(j))$ možemo definisati kao:

$$\dot{f}(n,i,g(j))=\begin{cases} n, & i\ mod\left(\prod_{i=j}^{n-1} g(j)\right)=0 \\ \dot{f}\left(n-1,i\ mod\left(\prod_{i=1}^{n-1} g(j)\right),g(j+1)\right), & i\ mod\left(\prod_{i=j}^{n-1} g(j)\right)\neq 0 \end{cases}. \tag{14}$$

Dokaz. Dokaz teoreme je sličan dokazu *Teoreme 1*.■

Teorema 5. Neka je dato ${}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1}_{i=0}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j))$. Tada je:

$${}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1}_{i=0}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j))= \tag{15}$$
$$n*g(0)+\sum_{i=1}^{n}\left(\prod_{j=0}^{i-1} g(j)\right)*(g(i)-1)*(n-i).$$

Dokaz. Dokaz teoreme je identičan dokazu *Teoreme 2*.■

Teorema 6. Neka je data funkcija ${}^{\prod_{i=0}^{n-1} g(j)-1}_{i=0}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j))$ definisana kao u *definiciji 5*, tada je:

$$
\begin{aligned}
{}_{i=0}^{k}|\dot{\mathrm{H}}(n,g(j)) = {} & \left\lfloor \frac{k}{\prod_{j=1}^{n-1} g(j)} \right\rfloor * n + \left\lfloor \frac{k}{\prod_{j=1}^{n-1} g(j)} \right\rfloor \\
& * \left((n-1) * g(1) + \sum_{i=1}^{n-1} \left(\prod\nolimits_{j=0}^{i-1} g(j) \right) * (g(i)-1) * (n-1-i) \right) \\
& + {}_{i=1}^{\left(k - \left\lfloor \frac{k}{\prod_{j=1}^{n-1} g(j)} \right\rfloor * \prod_{j=1}^{n-1} g(j)\right)}|\dot{\mathrm{H}}(n-1, g(j+1)),
\end{aligned} \tag{16}
$$

gde k može biti bilo koji broj od 0 ... $\prod_{i=0}^{n-1} g(j) - 1$.

Dokaz. Dokaz teoreme je sličan dokazu *Teoreme 3.* ■

Ovo sve se može još uopštiti. Na primer šta ako faktor granjanja nije funkcija koja zavisi od dubine nego je različit za svaki čvor u stablu traženja, a stablo inadalje ostane kompletno sa dubinom n.

Prvo ćemo pokazati nekoliko načina na koje možemo identifikovati čvor u stablu. Prvi način je da ćemo čvor obeležavati sa α_j^i, gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a *j* je redni broj čvora na toj dubini. Drugi način je da čvor obeležimo sa $\alpha_{\vartheta_i}^i$, gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a ϑ_i je vektor dužine *i* koji nam priča na koji način smo došli do datog čvora počevši od startnog čvora. Mi ćemo koristiti prvi način obeležavanj čvora. Dalje definišimo funkciju $m = g(\alpha_j^i)$, $m = g(\alpha_i^n) = 0$ kao funkciju koja nam govori faktor granjanja čvora α_j^i. Uvešćemo i funkciju koja će nam označavati broj listova datog stabla. Ta funkcija je $\delta(\alpha)$, i predstavlja broj listova stabla čiji je startni čvor α. Bez dokaza dajemo sledeću jednakost $\sum_{i=0}^{g(\alpha^0)} \delta(\alpha^1{}_i) = \delta(\alpha^0)$. Koren stabla obeležavaćemo sa α_0^0 ili α^0. Za takvo stablo dajemo sledeće definicije.

Def 6. Neka je dato kompletno stablo traženja dubine n, sa faktorom granjanja $m = g(\alpha_j^i)$ gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a *j* je redni broj čvora na toj dubini. Funkcija $\bar{f}(n, i, g(\alpha_0^0))$ je funkcija koja nam priča koliko čvorova će se obraditi u *i-tom* rekurzivnom postupku ako se stablo traženja obrađuje Backtracking algoritmom, gde je $i = 0 \ldots \delta(\alpha^0) - 1$.

Def 7. Definišimo ${}_{i=0}^{\delta(\alpha_0^0)-1}|\bar{H}(n, g(\alpha_0^0))$ kao:

$$
{}_{i=0}^{\delta(\alpha_0^0)-1}|\bar{H}(n, g(\alpha_0^0)) = \sum_{i=0}^{\delta(\alpha_0^0)-1} \dot{f}(n, i, g(\alpha_0^0)). \tag{17}
$$

Teorema 7. Neka je dato kompletno stablo traženja dubine n, sa faktorom granjanja $m = g(\alpha_j^i)$ gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a *j* je redni broj čvora na toj dubini. Funkciju $\bar{f}(n, i, g(\alpha_0^0))$ možemo definisati kao:

$$
\bar{f}\left(n, i, g(\alpha_0^0)\right) = \begin{cases} n, & i - \sum_{i=0}^{j} \delta(\alpha_i^1) = 0 \\ \bar{f}\left(n-1, i - \sum_{i=0}^{j} \delta(\alpha_i^1), g(\alpha_j^1)\right), & \left(i - \sum_{i=0}^{j} \delta(\alpha_i^1) \neq 0\right) \wedge \left(i - \sum_{i=0}^{j} \delta(\alpha_i^1) > 0\right) \wedge \left(i - \sum_{i=0}^{j+1} \delta(\alpha_i^1) < 0\right) \end{cases} \tag{18}
$$

gde je $j = 0 \ldots \delta(\alpha_0^0)$.

Dokaz. Dokaz teoreme je sličan dokazu Teoreme 1. ■

Teorema 8. Neka je dato kompletno stablo traženja dubine n, sa faktorom granjanja $m = g(\alpha_j^i)$ gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a *j* je redni broj čvora na toj dubini. Neka je dato ${}_{i=0}^{\delta(\alpha^0)-1}|\bar{H}(n, g(\alpha_0^0))$, tada je:

$$
\begin{aligned}
{}_{i=0}^{\delta(\alpha_0^0)-1}|\bar{H}(n, g(\alpha_0^0)) & = g(\alpha_0^0) * n \\
& + \sum_{j=0}^{g(\alpha_0^0)-1} {}_{i=1}^{\delta(\alpha_j^1)-1}|\bar{H}\left(n, g(\alpha_j^1)\right).
\end{aligned} \tag{19}
$$

Dokaz. Dokaz teoreme je sličan dokazu prvom delu dokaza *Teoreme 2.* ■

Teorema 8. Neka je dato kompletno stablo traženja dubine n, sa faktorom granjanja $m = g(\alpha_j^i)$ gde je *i* dubina na kojoj se čvor nalazi, a *j* je redni broj čvora na toj dubini. Neka je dat $k \in \mathrm{N}$, gde je *p* broj za koji važi da je $k - \sum_{b=0}^{p} g(\alpha_b^1) > 0$ i $k - \sum_{b=0}^{1+p} g(\alpha_b^1) < 0$. Tada je:

$$
{}_{i=0}^{k}|\bar{H}(n, g(\alpha_0^0)) = n * (p-1) + \sum_{j=0}^{p-1} {}_{i=1}^{\delta(\alpha_j^1)-1}|\bar{H}\left(n, g(\alpha_j^1)\right) + {}_{i=1}^{k-\sum_{b=0}^{p} g(\alpha_b^1)}|\bar{H}\left(n, g(\alpha_p^1)\right). \tag{20}
$$

Dokaz. Dokaz teoreme je sličan dokazu prvom delu dokaza *Teoreme 3.* ■

IV. ZAKLJUČAK

Datom analizom dolazimo do zaključka da Backtracking algoritam ima eksponencijalnu složenost. Algoritam ja utoliko bolji ukoliko ima bolje rasuđivanje. Formule koje su date, mogu poslužiti kao referenca za računanje složenosti, za neki algoritam koji koristi Backtracking kao osnovu. Iz formula (5) i (20) može se izvesti zaključak o složenosti farbanja grafa algoritmom koji koristi Backtracking kao osnovu, ali kao što je napomenuto što je odluka o odsecanju bolja to će se pre doći do rešenja. Predlog koji dajemo je taj da se problem posmatra na drugačiji način, na primer problem bojenja mape ne moramo rešavati Backtrackingom nego na pr. posmatrati samo koje čvorove obojiti jednom bojom, pa koje drugom pa trećom itd… gde bi samo na kraju trebao postojati algoritam koji rešava konflikte.

REFERENCE

[1] – http://4c.ucc.ie/web/outreach/tutorial.html
[2] – https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_coloring
[3] – web.archive.org/web/20070317015632/http://www.cse.ohio-state.edu/~gurari/course/cis680/cis680Ch19.html#QQ1-51-128

Problemi zadovoljenja ograničenja, problem bojenja mape

Jovan Milojković

Abstract - U ovom radu ćemo predstaviti neke od postojećih algoritama za rešavanje problema bojenja mape i predložićemo način za rešavanje datog problema.

I. UVOD

Uvod - Problemi zadovoljenja ograničenja su matematički problemi koji definišu objekte koji moraju ispuniti neka ograničenja. Skup objekata mora biti konačan kao i skup ograničenja. Tipični primeri takvih problema koji su Sudoku, problem 8 kraljica, ukrštenice. Mi ćemo vam predstaviti jedan problem iz ovog skupa, problem bojenja mape. Prvo čemo dati formalnu definiciju problema:

Def 1. Svaki problem zadovoljenja ograničenja se sastoji iz 3 skupa, skupa $X, |X| = n$ kao skupa promenljivih, skupa $D, |D| = n$ kao skupa domena, i skupa $C, |C| = m$ kao skupa ograničenja. Svaka promenljiva x_i uzima vrednost iz nepraznog domena d_i. Elementi skupa C sastoje iz parova elementa, (t_i,R_j) gde je $t_i \subseteq X$, $|t_i| = k$, a R_j je k-enarna relacija nad korenspodentnim skupom domena D_j. Rešenje v zadovoljava ograničenje (t_i,R_j) ako domeni dodeljeni skupu t_i zadovoljavaju uslov R_j. [1]

Problemi zadovoljenja ograničenja se uglavnom rešavaju pretragom. Jedan od najpoznatijih I najkoriščenijih algoritama je algoritam Backtracking. Njega čemo ukratko opisati da bi prikazali veličinu težine ovakvih problema.

Backtracking– Backtracking je rekurzivni algoritam. Ideja je da se obiđu svi slučajevi I prvi put kada se naiđe na odgovarajući da se stane sa traženjem I da se taj jedan slučaj vrati. Algoritam je dosta neoptimalan zato što ćemo proći kroz dosta slučajeva koji nemaju smisla. Više o ovom algoritmu možete pogledati na [2]. Daćemo I jedan od prostojih primera iz ove klase problema čije se rešenje dobija korišćenjem Backtracking algoritma.

Primer. Razbiti skup brojeva na dva skupa tako da se dobija minimalna razlika izmedju ta dva skupa.

II. PROBLEM BOJENJA MAPE

Problem bojenja mape ili problem bojenja grafa nastao je 1840 godine I prvi ga je spomenuo matematičar po imenu August Möbius.

Jovan Milojković je student smera računarstvo i informatika Elektronskog fakulteta, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 1800 Niš, Srbija, E-mail: jovanmilojkovic94@gmail.com

Definicija problema: Kako ofarbatu mapu, sa n teritorija, sa m boja ali tako da dve susedne teritorije ne budu iste boje (više o ovom problemu možete naći u [3]).

Pre nego što nastavimo sa poćetkom rešavanja problema daćemo nekoliko definicija.

Def 2. Planarni graf je graf koji ima konačan broj čvorova, konačan broj grana i koji može biti iscrtan na papiru. To jest može se nacrtati ali tako da se granice teritorija međusobno ne presecaju.

Kuratowski-Wagnerova teorema daje nam uslove koji određuju da li dati graf može biti planaran ili ne (teoremu možete pogledati u [3] ali nije od mnogo velikog značaja za problem pošto mi unapred pretpostavljamo da je graf planaran).

Teorema 1.(teorema pet boja) Svaki planarni graf možemo ofarbati sa najviše pet boja tako da je *Definicija problema* ispunjena [4].

Teorema 2.(teorema o četiri boje) Svaki planaran graf možemo ofarbati sa najviše četiri boje tako da je *Definicija problema* ispunjena. Drugačije rečeno, datu podelu jedne oblasti na delove možemo ofarbati sa najviše ćetiri boje tako ne postoje dve susedne oblasti iste boje [5].

Zanimljiva stvar je ta da iako problem potiče još od 1840ih godina *Teorema 2* je dokazana tek 1976 godine pomoću kompijutera, a *Teorema 1* je dokazana 1879 godine. Ipak ostalo je naći algoritam koji će najbrže naći jedno farbanje planarnog grafa sa k boja.

III. PRIMENA BACKTRACKING ALGORITMA NA REŠAVANJE PROBLEMA BOJENJA GRAFA

Primenom Backtracking algoritma dobijamo sigurno jedno ili sva rešenja koja će dati pravilno obojen graf zavisno od implementacije algoritma. Po opisu algoritma, treba proći kroz sve moguće slučajeve i ozabrati samo onaj koji zadovoljava sva definisana ograničenja. Ako se koristi ovaj algoritam moguće ga je ubrzati time što nećemo prolaziti kroz sve moguće slučajeve. Tipičan pr. ubrzanja bi bio da pre nego što dodelimo boju izabranoj teritoriji(čvoru u grafu) ispitamo okolne čvorove i napravimo skup boja koji trenutno čvor može imati. Ako izuzmemo ovo ubrzanje algoritma vreme za izvršenje ovog algoritma je $O(m^n)$ gde je *m* broj boja kojima bojima a *n* broj čvorova. U radu [6] obrazloženo je da je očekivano vreme za traženje pravilnog bojenja grafa preko Backtracking algoritma približno $O(1)$. Backtracking algoritam je dobar jer vrši prolazak kroz stablo traženja po dubini. Za ovakav način predstavke problema bitno je ići dubinom jer se sva

rešenja kriju u listovima, i sada samo treba izabrati list ili više listova koji predstavljaju tačno rešenje problema. Kod Backtrackinga je bitno nekoliko stvari, način biranja sledećeg čvora za farbanje i boja kojom će se taj čvor ofarbati.

IV. PREDLOG NOVOG ALGORITMA ZA FARBANJE GRAFA

Uvod - Algoritam do koga je dođeno analizom problema je veoma sličan Backtracking algoritmu zato što se vrši traženje po dubini. To jest ne traženje u pravom smislu reći, nego bojenje čvorova grafa. Predloženi algoritam pokušava da ofarba graf od jednom, to jest, gledalo se da se graf ofarba u jednom obilasku. Možemo uvesti i strukturu stanja pa bi smo tada ako je stanje kritično stavili trenutno stanje u stek stanja i ako ne uspemo da u jednom mahu ofarbamo graf, samo izvadimo najbliže stanje iz steka i pokušamo odatle.

A. Opis načina razmišljanja

Opis načina biranja redosleda prilikom farbanja čvora - Specifičan je način biranja prvog čvora i ostalih čvorova. Prvi čvor koji će se izabrati za farbanje je onaj čvor iz celog grafa koji ima najviše potomaka. On se bira iz razloga da bi smo što više čvorova uslovili njegovom bojom. Sve potomke trenutnog čvora ćemo staviti u pomoćnu strukturu. Sledeći ćvor koji se bira jeste ćvor iz pomoćne strukture i to način tako što uzimamo čvor iz Reda 1 ako čvor postoji, ako ne postoji uzimamo čvor iz Reda 2 itd… Kada kažemo Red mislimo na strukturu koju ćemo kasnije opisati, ali ukratko u Redu 1 se nalaze čvorovi kojima je ostala jedna preostala boja sa kojom mogu da se ofarbaju, Red 2 znači da su preostale 2 boje itd... Posle pronalaženja izabranog čvora, izabrani čvor se farba. Njegovi potomci koji se nalaze u strukturi se trebaju rasporediti, a potomci koji se ne nalaze u strukturi, treba ih dodati u strukturu.

Opis načina bojenja trenutnog čvora - Kako znamo da je graf sigurno moguće ofarbati sa 4 boje, ako nađemo jedno farbanje grafa, znači da smo našli u suštini *4!* načina farbanja. Po toj ćinjenici ćemo prvi čvor koji smo izabrali obojiti bilo kojom bojom. Odabir boje drugih čvorova je složeniji. Kada izaberemo čvor koji ćemo bojiti, njegovu boju biramo po njegovim "unučićima" i to na sledeći način. Prolazimo kroz sortiranu listu unučića I biramo onu boju koju ima ćvor sa najviše zajedničkih potomaka sa posmatranim čvorom. Ako ne postoji nijedan obojen čvor iz širine 2, tada biramo bilo koju boju koja je validna za taj čvor.

Definicija kritičnog stanja – Kritično stanje ćemo definisati kao stanje u kojem smo neodlučni za koju boju ili koji čvor se odlučiti.

Razmatranje kada pamtiti kritično stanje – Dalje se može diskultovati, zvog performansi algoritma jer operacija snimanja stanja zauima mnogo memorije i troši mnogo vremena na kopiranje podataka, kada pamtiti to kritično stanje. Mogu se primeniti pristupi uvek pamtiti kritično stanje, pamtiti kritično stanje u nekim slučajevima (ako je algoritam neodlučan za boju ili neodlučan za sl. čvor) i na kraju uopšte ne pamtiti kritično stanje (ovaj pristup bi davao rešenja ali ne uvek). Mi smo odabrali da pamtitmo kritično stanje ako je algoritam neodlučan za boju kojom farbati izabrani čvor.

B. Opis pomoćnih struktura podataka

Red sa prioritetom - U pomoćnoj strukturi čuvaće se reference neofarbanih čvorovi. Pomočna struktura reda se sastoji iz dva dela. Samog reda koji bi trebao biti realizovan kao dvostruko ulančana lista. Drugi deo reda bi se trebao realizovati kao niz pokazivača na čvor u redu. Taj niz bi trebao biti dužine *n-1* jer jedan čvor iz planarnog grafa maksimalno može imati *n-1* potomaka. Ideja sa redom je ta da kada se doda novi čvor u red, da se prvo proveri pomočna struktura reda, niz pokazivača, i u njemu da se pronađe pre kog elementa treba dodati novi čvor reda. Isto tako prilikom brisanja čvora reda treba brzo odrediti gde se dati čvor nalazi. To isto možemo odrediti pomoću pomočne strukture. Pomoćna struktura će nam dati gde se nalazi ćvor za brisanje počevši od prvog čvora koji ima isti broj potomaka kao traženi I nalazi se u datom redu. Od tog trenutka traženje čvora koji se brise bi išlo linearno. Redova namerno ima 4 jer gledamo da ofarbamo graf sa 4 boje. Postojaće 4 reda sa prioritetom gde je prioritet broj potomaka datog čvora. U pomoćnoj strukturi koja predstavlja 4 reda pamtiće se reference na čvorove. Čvor se prilikom ubacivanja u strukturu, ubacuje u onaj red koliko mu je boja ostalo za farbanje. Svaki red ima svoje značenje. Prvi red znači da je svim čvorovima koji se u njemu nalaze preostala jedna moguća boja sa kojom se mogu ofarbati, drugi red da im je preostalo dve... Na početku se ne unosi svi čvorovi u strukturu, zbog toga je obavezno omogućiti vrstu *update()* funkcije koja će čvorove koji se nalaze u strukturi lepo podesiti u redove. Funkcija *update()* je obavezna jer će se čvorovi dodavati u strukturu naknadno.

Struktura redova – Struktura redova je struktura podataka koja se sastoji iz opisanih redova sa prioritetom. Broj redova u strukturi redova jednak je broju boja sa kojima želimo da farbamo graf. Struktura redova će sadržati sve operacije koje su neophodne za manipulaciju nad redovima, operacije kao što su davanje čvora za farbanje, osvežavanje strukture posle farbanje, dodaj čvorove u red… i ostale.

Čvor - Ćvor će se kao struktura podataka sastojati od reference na druge čvorove, njegovu decu, i reference na čvorove iz širine 2 posmatraći dati čvor, njegove unućiče, koji su sortirani po broju zajedničkih potomaka koje imaju za posmatranim čvorom, kao i flegova koji označavaju da li je čvor u strukturi i da li je čvor ofarban. Zapaziti da potomak nekog čvora može isto biti i njegov potomak iz

širine 2, takve potomke pamtiti samo u potomcima iz širine 1. Pored ovih parametra čvor će imati i broj koji ga jedinstveno opisuje, broj od 1 do n.

Stanje – Stanje se sastoji od gore pomenutog reda sa prioritetom koji je donekle popunjen, niza referenci na neofarbane čvorove.

Stek stanja – Stek stanja predstavlja najobičniji stek koji služi da bi smo pamtili stanja u njemu.

C. Implementacija algoritma

U ovom odeljku će biti dat opis načina na koji se treba implementirati algoritam.

Inicijalizacija čvorova - Algoritam počinje inicijalizovanjem čvorova u datom grafu. Svakom čvoru pored potomaka i flegova treba postaviti čvorove iz širine 2 i date čvorove sortirati. Ovo možemo uraditi tako što ćemo ići po potomcima trenutnog čvora i sve unučiče trenutnog čvora smeštati u pomoćni niz. Taj pomoćni niz pamti reference na čvorove i ima *n-1* elemenata, jer jedan čvor iz grafa maksimalno može imati manje od *n-1* unučića, i taj pomoćni niz ćemo zvazi *Niz_1*. Kada dodajemo novi čvor u niz prvo proverimo da li se već dati čvor nalazi u njemu, ako se nalazi povećamo mu broj zajedničkih potomaka za zadatim čvorem, a ako se ne nalazi onda ćemo taj čvor dodati na mesto *i* gde je *i* redni broj čvora u grafu. Ova operacija je složenosti, u najgorem slučaju, $O(n * broj_potomaka_posmatranog_čvora * log_2(broj_unučića_čvora)$. Sada unučiće iz pomoćne strukture treba sortirati. To možemo uraditi predloženim algoritmom iz IV. To bi bilo složenosti sigurno manje od $O(2 * n)$. Ako pretpostavimo da je $oj_potomaka_posmatranog_čvora = broj_unučića_čvora = n$, onda je složenost poćetnog dela algoritma, grubo rečeno, sigurno manja od:

$$O(n^2 log_2(n) + 2 * n^2) = O(n^2 * (2 + log_2(n))) \quad (1)$$

Sada su svi čvorovi inicijalizovani i možemo nastaviti algoritam.

Početak algoritma i sam algoritam - Biramo čvor sa najviše potomaka za prvi i obojimo ga bilo kojom bojom. Sve njegove potomke smestimo u pomoćnu strukturu redova, što je složenosti, ako pretpostavimo da se u svakom redu nalazi po n čvorova i ako pretpostavimo da čvor ima n potomaka, sigurno manje od $O(n * log_2(n))$. Vadimo jedan ćvor iz strukture, složenost je u najgorem slučaju $O(m)$, gde je *m* broj boja kojim bojimo dati graf, za njega izaberemo boju, to je složenosti $O(n)$, izvršimo update strukture, što je složenosti manje od $O(broj_potomaka_čvora * log_2(n) + broj_potomaka_čvora_ofarbani * 2 * log_2(n)) < O(3 * n * log_2(n))$, po istoj pretpostavci. Ovo radimo dok ne ostane nijedan čvor u strukturi. Grubom analizom možemo reći da je složenost funkcije *update()* strukture manja od $O(3 * n * log_2(n))$, složenost funkcije koja farba jedan čvor je isto tako manja od $O(n)$. Odavde još grubljom analizom možemo reći da je složenost funkcije koja opisuje biranje boje nekog čvora i vrši *update()* strukture potomcima datog čvora sigurno manja od $O(n^2 * 3 * log_2(n))$. Kako je biranje čvora složenosti $O(m)$, a u grafu, kao što je ranije rečeno, ima n čvorova, složenost bojenja grafa je sigurno manja od

$$O(n * m * n^2 * 4 * log_2(n)) \quad (2)$$

Dobijena jednačina predstavlja gornju granicu vremena koje je potrebno da bi se algoritam izvršio, i sve to pod pretpostavkom da će se tačno izvršiti.

Analiza i upotreba operacije kopiranja – Do sada je dat izračun vremena algoritma koji ne pamti stanja. Sada ćemo uraditi raćunicu koliko je operacija potrebno zapamtiti jedno stanje. Bruto govoreći trebamo samo izračunati koliko memorije je potrebno za jedno stanje, odatle nam proizilazi da je broj operacija potreban za pamćenje jednog stanja jednak ukupnoj zauzetoj memoriji za jedno stanje. Ako graf sadrži *n* čvorova i graf farbamo sa *m* boja, tada je ukupno zauzeta memorija u jednom trenutku jednaka $n * mem_čvora + m * (n - 1)$, gde je $m * (n - 1)$ memorija koju zauzimaju nizovi pokazivača u strukturi redova. Memorija koju jedan čvor zauzima je u najgorem slučaju $n - 1 + flegovi$. Odavde sledi da je ukupno zauzeće memorije $n^2 + n * (felgovi + m - 1) - m$. Naravno ova računica je veoma neprecizna po pogledu zauzeća memorija jer nam ne govori tačno o količini zauzete memorije nego je samo koristimo da bi videli koliko nam je operacija potrebno za kopiranje stanja. Odavde možemo da zaključimo da je vreme potrebno za kopiranje jednog stanja jednako:

$$O(n) = n^2 + n * (flegovi + m - 1) - m + c, \quad (3)$$

gde c predstavlja dodatnu memoriju koja bi bila iskorišćena za pamćenje narednog i prethodnih poteza.

Upotreba stanja u algoritmu – Kao što je napomenuti, veoma je bitno kada pamtiti stanje. Mi smo već napomenuli da čemo stanje pamtiti kada se algoritam ne može odlučiti koju boju dodeliti čvoru. U najgorem slućaju to je prilikom svakog poteza. Iz (2) i (3) dobijamo formulu koja nam govori o tome koliko bi vremena bilo potrebno za izvršenje samog algoritma bez inicijalizacje, ako bi smo posle svake promene boje pamtili stanje (ovako se algoritam nikada ne bih napravio, jer zašto da gubimo vreme na pamćenje stanja, ako iz tog stanja ne možemo po tom čvoru više menjati ništa, ali račun koji se dobija je lakša za obradu):

$$\sigma(n) = n * (n^2 + n * (flegovi + m - 1) - m + c + n^2 * m * 4 * log_2(n)) \quad (4)$$

Naravno ovo je uradjeno ako pamtimo stanje za svaki čvor u algoritmu, što se neće desiti i formula važi ako tokom prvog puta lepo ofarbamo graf. Prilikom farbanja mogu se uočiti nizovi čvorova za koje algoritam neče zapamtiti nijedno stanje. Kako ovaj faktor zavisi od same instance

grafa ovaj faktor nećemo uzeti u obzir, gledaćemo samo najgori slučaj, to jest da uvek pamtimo stanje.

D. Složenost predloženog algoritma

Ovde ćemo prikazali složenost algoritma koji ne koristi stanja. Što se tiće algoritma koji koristi stanja u njegovoj osnovi je Backtracking algoritam, tako da se može reći da je složenost algoritma koji pamti stanja eksponencijalna.

Analiza složenosti algoritma koji ne koristi stanja – Na kraju sabiranjem složenosti inicijalizacije čvorova i samog algoritma dobijamo složenost celog postupka $O(n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n))$. Sada ćemo uprostiti formulu. Pošto želimo farbati graf sa 4 boje $\rightarrow m = 4$ dobijamo $O(n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * 16 * log_2(n))$

Pretpostavimo $n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n) < n^3$, treba naći za koje $n \epsilon \mathbb{N}$ važi data relacija. Deljenjem formule sa n^2 dobijamo $2 + log_2(n) + n * m * 4 * log_2(n) < n$, što je nemoguće. Odavde dobijamo da složenost algoritma nikada neće pasti ispod n^3.

Pretpostavimo $n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n) < n^4$, treba naći za koje $n \epsilon \mathbb{N}$ važi data relacija. Datu relaciju podelimo sa n^2 dobijamo

$$2 + log_2(n) + n * 16 * log_2(n) < n^2 \quad (5)$$

Iz [8] možemo videte da relacija važi za $\forall n, n \geq 109$.

Ako pretpostavimo $n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n) < n^5$, treba naći za koje $n \epsilon \mathbb{N}$ važi data relacija. Istim postupkom kao malopre dobijamo:

$$2 + log_2(n) + n * 16 * log_2(n) < n^3 \quad (6)$$

Iz [9] možemo videti da data relacija važi za $\forall n, n \geq 7$.

Ako pretpostavimo $n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n) < n^6$, istim postupkom kao malopre dobijamo:

$$2 + log_2(n) + n * 16 * log_2(n) < n^4 \quad (7)$$

Iz [10] možemo videti da data relacija važi za $\forall n, n \geq 3$.

Ovde ćemo stati. Nema potrebe tražiti nadalje zato što samo grafovi koji imaju dva čvora i manje nisu vredni farbanja. Odavde možemo izvući sledeći zaključak.

V. ZAKLJUČAK

Algoritam za farbanje grafa koji ne koristi stanja – Za graf sa *n* čvorova farban sa 4 boje algoritmom koji ne koristi stanja analizom predstavljenom u *V.III Analiza složenosti I V.IV* možemo zaključiti:

1) Za $3 \leq n < 7$ očekivano vreme izvršenja je je sigurno manje od $O(n^6)$.
2) Za $7 \leq n < 109$ očekivano vreme izvršenja je sigurno manje od $O(n^5)$.
3) Za $109 \leq n$ očekivano vreme izvršenja je sigurno manje od $O(n^4)$.

Isto tako analizom predstavljenom u *V.III Analiza složenosti I V.II* možemo doći do zaključka da je farbanje grafa sa *n* čvorova, sa *m* boja, algoritmom koji ne koristi stanja, očekivano vreme izvršenja sigurno manje od:

$$O(n^2 * (2 + log_2(n)) + n^3 * m * 4 * log_2(n)) \quad (8)$$

Na žalost predloženi algoritam za farbanje grafa još nije isproban u praksi. Treba proveriti da li algoritam funkcioniše nad grafovima navedenim u [11]. Isto tako bilo bi poželjno naći situacije u kojima algoritam neće naći optimalno rešenje, radi poboljšanja samog algoritma. Dalje se može razmišljati na temu kako poboljšati algoritam tako što će se uvesti na pr. predodređena boja za čvor, na pr. ako farbamo graf sa 4 boje (a, b, c, d) i pritom neki čvor ofarbamo bojom *c* onda možemo njegovim potomcima da stavimo po 2 predodređene boje na pr *(a ,d)*. Ovo bi bilo zgodno ako su čvorovi poređani tako da se ne isprepliću oko trenutnog čvora koji farbamo. Time dodatnu heuristiku prilikom biranja boje čvora, sve u korist tome da bi smo smanjili ograničenja a u nekim slučajevima ih namerno nametnuli. Dodatne heuristike bi se trebale uvesti radi poboljšanja algoritma ali za sada nisu uvedene.

REFERENCE

[1] Problemi zadovoljenja ograničenja, https://en.wikipedia.org/wiki/Constraint_satisfaction_problem
[2] Backtracking - https://en.wikipedia.org/wiki/Backtracking
[3] Bojenje grafa, https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_coloring
[4] Teorema 5 boja, https://en.wikipedia.org/wiki/Five_color_theorem
[5] Teorema 4 boja, istorija, https://en.wikipedia.org/wiki/Four_color_theorem#History
[6] Teorema o očekivanoj vrednosti izvršenja Backtracking algoritma na problemu bojenja grafa https://www.math.upenn.edu/~wilf/website/Backtrack%20in%20O(1)%20time.pdf
[7] Introduction to algorithms 3rd Edition, Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, str. 1203
[8] Rešenje (1), https://www.wolframalpha.com/input/?i=n%5E2+%3E+log2(n)%2B2%2B16*n*log2(n)
[9] Rešenje (2), https://www.wolframalpha.com/input/?i=n%5E3+%3E+log2(n)%2B2%2B16*n*log2(n)
[10] Rešenje (3), https://www.wolframalpha.com/input/?i=n%5E4+%3E+log2(n)%2B2%2B16*n*log2(n)
[11] Instance grafova koje treba ofarbati, http://mat.gsia.cmu.edu/COLOR/instances.html#XX

Život i studije u Amsterdamu

Petra Antić

Sadržaj – U ovom radu opisan je način studiranja u Holandiji, na VU (Vrije Universiteit) univerzitetu u Amsterdamu. Iskustvo je stečeno na osnovu šestomesečnog boravka u Amsterdamu pod pokroviteljstvom EUROWEB+ stipendije. Opisan je studentski život i aktivnosti na ovom univerzitetu, kao i predispitne i ispitne obaveze.

I. UVOD

VU (Vrije Universiteit) [1] je jedan od dva državna istraživačka univerziteta u Amsterdamu (drugi je UvA – Universiteit van Amsterdam). Bukvalni prevod holandskog naziva je "slobodan univerzitet", gde se "slobodan" odnosi na nezavisnost univerziteta od države, crkve i komercijalnog interesta.

Abraham Kuyper, premijer Holandije od 1901. do 1905, osnovao je VU univerzitet 1880. godine. U početku, univerzitet je bio otvoren samo za reformisane hrišćane i bio u potpunosti finansiran njihovim naporima da prikupe sredstva i donacije. Od 1960-ih, ipak, VU je otvoren za sve i finansira se isto kao i ostali holandski univerziteti, iako je zadržao tradiciju hrišćanskih standarda i vrednosti.



Slika 1. Zgrada univerziteta i logo univerziteta – grifon.

Danas je VU jedan od vodećih istraživačkih univerziteta u Evropi, sa oko 25000 studenata i akademskim osobljem od oko 2500 ljudi. Jedanaest fakulteta nalazi se u jednom kampusu, i pokrivaju širok spektar umetnosti, nauke i medicine. Sa skoro 50 programa osnovnih studija (od kojih su 4 potpuno na engleskom jeziku) i preko 100 programa master studija (preko 70 njih na engleskom jeziku), VU nudi širok izbor opcija za studiranje. Osim toga, VU je otvoren za sve kulture, nacionalnosti i religije, te nudi internacionalno okruženje – oko četvrtina studenata na programima na engleskom jeziku dolazi iz inostranstava.

Visoko obrazovanje u Holandiji smatra se jednim od najboljih na svetu, sa najvećim procentom univerziteta koji se nalaze u top 200. U Holandiji se pravi razlika između unverziteta primenjenih nauka i istraživačkih univerziteta, i VU je jedan od 14 istraživačkih univerziteta u Holandiji koji nudi akademsko obrazovanje i master programe.

Petra Antić je student master studija, studijski program Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: petra.antic92@gmail.com

II. VODIČ KROZ AMSTERDAM

Od amsterdamskih kanala do svetski poznatih muzeja i istorijskih spomenika, Amsterdam je jedan od najromantičnijih i najlepših gradova u Evropi, možda čak i na svetu. Jedan od najboljih načina da se grad upozna je iz perspektive njegovih kanala, pa postoji mnogo različitih tura – kako velikim turističkim, tako i malim iznajmljenim brodovima.



Slika 2. Amsterdamske kuće na kanalima.

Amsterdam je takođe grad tolerancije i raznovrsnosti. Poseduje sve prednosti velikog grada: bogatu kulturu, noćni život, internacionalne restorane i dobro razvijenu mrežu transporta – ali, u isto vreme je i tih grad, i zahvaljujući velikom broju kanala, bez velike gužve u saobraćaju. Jedinu gužvu na ulicama čine biciklisti – u ovom gradu vožnja bicikla je neizostavna i nešto što ćete preuzeti čak i ako nikada ranije niste vozili bicikl.

Glavna turistička atrakcija u Amsterdamu, osim kanala, jesu muzeji. Nije čudo što ovaj grad zovu i gradom muzeja, jer ima preko 70 muzeja koje svake godine poseti više miliona turista. Najpoznatiji muzeji su *Rijksmuseum* (nacionalni muzej), Muzej Van Goga (muzej posvećen najpoznatijem holandskom slikaru) i *Stedelijk* muzej (muzej moderne umetnosti).



Slika 3. *Rijksmuseum* i lale, holandsko obeležje.

Još par zanimljivosti o Amsterdamu: engleski jezik je široko rasprostranjen, od dece do starijih ljudi, tako da se za pomoć možete obratiti bilo kome. Amsterdam ima 165 kanala i 1281 most, što je više čak i od Venecije. Iako nije administrativno glavni grad, ovo je najveći grad u Holandiji, koji je na listi gradova sa najboljim kvalitetom života iz 2015. godine zauzeo 11. mesto. Pored toga, spada u jedan od 5 najsigurnijih gradova na svetu, a sa skoro 92000 studenata predstavlja živ studentski grad.

III. STUDENTSKI ŽIVOT

Kao i većini studenata sa VU univerziteta i onih koji dolaze na razmenu, smeštaj mi je bio obezbeđen u studentskom kampusu *Uilenstede* [2]. Sa oko 3.400 stanovnika, on predstavlja najveći studentski kampus u Severnoj Evropi. Nalazi se na oko desetak minuta vožnje biciklom od univerziteta, i okružen je prirodom. U okviru kampusa nalaze se i sportski centar, dva kafića i kulturni centar. U kulturnom centru održavaju se bioskopske projekcije, muzički nastupi, kao i različite zanatske radionice. Za sve ove aktivnosti, studenti dobijaju popust. Život u ovolikom kampusu bio je za mene potpuno novo iskustvo, gde na svakom koraku ima ljudi koji trče, voze bicikl, ili prave roštilj na travi.



Slika 4. Studentski kampus *Uilenstede.*

Iako je u kampusu moguće upoznati mnogo ljudi, studentska organizacija ESN (Erasmus Student Network) [3] bila je zadužena za manifestacije na kojima će se ljudi sa razmene upoznavati i družiti. Ceo semestar bio je ispunjen različitim događajima, od žurki i maskenbala do dnevnih i vikend putovanja. Većina ljudi na razmeni je otvorena i druželjubiva, te je bilo moguće jako brzo steći prijatelje.



Slika 5. Večera sa internacionalnim prijateljima.

IV. AKADEMSKE AKTIVNOSTI

Pre odlaska na razmenu bilo je potrebno odabrati kurseve koje ću slušati tokom razmene. Na sajtu fakulteta bio je dostupan detaljan spisak kurseva sa opisima i periodima u kojima su dostupni. Za razliku od našeg sistema, gde se uglavnom jedan predmet sluša tokom jednog semestra, na VU univerzitetu semestar je podeljen na tri perioda – prva dva traju dva meseca, dok poslednji period traje mesec dana. Preporuka za studente je da u prva dva perioda slušaju po dva predmeta, a u poslednjem jedan, čime se ispunjava kvota od 30 ESPB bodova po semestru. Međutim, studentima je dozvoljeno da slušaju i veći broj predmeta ili da ih drugačije rasporede – ipak, maksimalan broj predmeta po periodu je tri. Za više od tri predmeta potrebno je podneti poseban zahtev – holandski sistem se trudi da uspostavi dobar balans između studiranja i slobodnog vremena, te smatraju da je više od tri predmeta prevelika obaveza. Data struktura ostavlja manje slobode pri izboru predmeta, ali su predmeti ipak raspoređeni tako da u svakom periodu postoje predmeti iz svake oblasti interesovanja. Kako studenti sa razmene nisu ograničeni na predmete sa samo jednog smera, odlučila sam da polovina predmeta bude vezana za softversko inženjerstvo (što je smer koji sam odabrala i na svom fakultetu), a da druga polovina predmeta bude iz oblasti *data science*-a, što nisam bila u prilici da slušam na svom fakultetu.

A. Predavanja i vežbe

Iz svih predmeta koje sam slušala postojala su klasična usmena predavanja profesora, uz prezentacije na projektoru. Sve prezentacije dostupne su studentima nakon (a vrlo često i pre) predavanja. Predavanja nisu obavezna, ali se dosta vrednuje interakcija na času, tako da se nedolaskom automatski gubi određeni broj poena. Za jedan od predmeta očekivalo se da se pre samog predavanja prouče materijali dati na sajtu (naučni radovi, blogovi,

video materijal) i postavi pitanje za diskusiju na predavanju; za drugi, očekivalo se da studenti sami istražuju trenutno aktuelne teme iz date oblasti, i da to podele sa ostalim studentima na času.

Koncept koji je jako zastupljen (i po mom iskustvu, jako koristan), jesu gostujuća predavanja. Iz svakog predmeta organizuje se najmanje jedno (a uglavnom i više) predavanje od strane stručnjaka koji se u industriji ili nauci bave oblašću datog predmeta. Na ovaj način, studenti se još na fakultetu upoznaju sa realnom primenom onoga što uče, i mogućnostima za dalje usavršavanje.



Slika 6. Računarska učionica za vežbe i samostalno učenje.

Klasične računske vežbe nisu uobičajene na ovom univerzitetu. Termini za vežbe obično se koriste za samostalni rad studenata na projektu ili zadatku, dok su profesor i asistenti dostupni za diskusiju ili neku pomoć pri izradi. Računske vežbe održavaju se u učionicama opremljenim velikim brojem računara, kojih ima nekoliko na svakom spratu. Ono što je drugačije u odnosu na naš fakultet – ove učionice su uvek dostupne studentima za učenje ili grupni rad, ukoliko se u njima ne održava nastava u datom trenutku. Ono što dodatno olakšava rad na računarima na univerzitetu je činjenica da svaki student ima svoju ”virtelnu mašinu” koja omogućava da student ima isto radno okruženje sa svojim programima, podešavanjima i fajlovima, bez obzira na to na kom računaru radi.

B. Predispitne obaveze

Predispitne obaveze u vidu individualnih i timskih zadataka zastupljene su na svim predmetima. Od studenata se očekuje kontinuirani rad, i gotovo svake nedelje postoji rok za predaju nekog domaćeg zadatka. Sve predispitne obaveze utiču na konačnu ocenu studenta, a iz nekih predmeta je ovo i jedini način dobijanja ocene.

Timski rad se jako ceni, i glavni projekti na predmetu, koji nose najveći deo ocene, rade se u timu. Međutim, od članova tima se očekuje da definišu ko je zadužen za koji deo projekta, i da to navedu u konačnom izveštaju.

Pri ocenjivanju domaćih zadataka najbitniji su kritičko mišljenje i obrazloženje svega urađenog. Bitno je, osim onoga šta je urađeno, predstaviti i način na koji je urađeno, sa osvrtom na način funkcionisanja tima. Na kraju, očekuje se da studenti prikažu šta su naučili tokom rada na zadatku i šta bi promenili ili unapredili da imaju prilike da opet rade na istom zadatku.



Slika 7. Dvorište univerziteta tokom dana bez kiše.

Pored slanja zadataka profesoru/asistentu, studenti su najčešće u obavezi da najmanje dva puta tokom semestra prezentuju svoj rad. Neke prezentacije su nezavisne od glavnog projekta, dok neke služe da se predstavi progres tokom rada na projektu. Prednost ovih prezentacija je što studenti mogu da čuju mišljenje kako profesora, tako i drugih studenata, i na vreme unaprede svoj rad.

Iako ima dosta predispitnih obaveza, svi rokovi za predaju naznačeni su na početku, i ravnomerno su raspoređeni tokom perioda. Odstupanja od ovih rokova uglavnom nije bilo, osim u situaciji kada je cela grupa tražila odlaganje zbog velikog broja obaveza.

C. Ispiti

Klasični pismeni ispit održan je samo na dva predmeta, dok su se druga dva polagala preko domaćih zadataka i projekta. Princip polaganja pismenih ispita jako je sličan našem fakultetu – sastoji se od pitanja koja zahtevaju teorijsko znanje, ali i primenu tog znanja na jednostavnijim praktičnim primerima. Za pripremu ispita dovoljno je koristiti materijal sa predavanja uz konsultovanje sa pratećom literaturom. Primeri ispita iz ranijih godina bili su dostupni radi bolje pripreme, uz priložene tačne odgovore/rešenja zadataka.
Ispiti se polažu na kraju perioda u kome se održava nastava iz datog predmeta. Ukoliko student ne položi ispit, ili nije zadovoljan ocenom, ima prava na još jedan pokušaj, tzv. *resit*.

D. Virtuelna studentska služba

U cilju efikasnije administracije uveden je internet servis *vunet* koji vrši ulogu studentske službe. Pored servisa za prijavu ispita i prijavu na predmete za naredni semestar, *vunet* služi i kao studentski informacioni portal.



Slika 8. Deo parkinga za bicikle ispred glavne zgrade univerziteta.

Deo ovog servisa čini i *blackboard*, koji zamenjuje oglasnu tablu i na kome se nalaze sve informacije vezane za predmete koje student pohadja. Predaja domaćih zadataka i ostalih radova koji spadaju u predispitne obaveze se vrši isključivo preko *blackboard*-a. Svim radovima se proverava autentičnost tako što se traže poklapanja sa prethodnim radovima koji se nalaze u bazi. Na ovaj način se smanjuje plagijarizam i studenti koji kopiraju tuđe radove se kažnjavaju. Preko ovog servisa student dobija ocene za zadatke, ali i krajnje ocene. Takođe treba napomenuti da su ocene tajne, tačnije, niko sem profesora i studenta nema uvid u ocenu koju je student dobio.

V. ZAKLJUČAK

Odlazak na razmenu u inostranstvo može biti stresan u početku, dok se ne naviknete na nepoznato. Međutim, upravo zbog toga je razmena jedno neprocenjivo iskustvo, koje vam omogućava da sazrite na ličnom i profesionalnom planu. Život i rad u internacionalnoj sredini omogućava vam da proširite vidike, upoznate različite kulture i načine razmišljanja.

Sama Holandija dobar je izbor za razmenu iz dva razloga – sa jedne strane, to je uređena država okrenuta tehnološkom razvitku, sa organizovanim sistemom rada; sa druge strane, to je tolerantna sredina sa raznolikim ljudima, gde svačije mišljenje može i treba da se čuje.

LITERATURA

[1] http://www.vu.nl/en/ - Web sajt VU univerziteta

[2] http://www.campusuilenstede.nl/english/ - Web sajt Uilenstede kampusa

[3] http://esnvuamsterdam.nl/ - Web sajt studentske organizacije ESN

Design and Realization of an Electric Go-kart

Ivan Spaseski, Boban Momchilovski, Dejan Pejovski, Bodan Velkovski, Tamara Panova, Filip Simjanoski, Stefan Lutovski

Abstract - Electric cars will undoubtedly be the main methods of land transport in the future, mostly because of their advantages over traditional vehicles. In the last decade, a great progress has been made in the electric vehicle technology. In that manner, the main goal of this student project is designing an electric go-kart by using waste parts from other vehicles and self-made components. This project presents the basic construction principles of an electric go-kart and its modes of operation. The practical realization was done at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies and it proves the concept of a self-compound vehicle which is completely environmentally friendly. Reusing waste materials from vehicles which are out of function ensures the project's sustainability concept.

I. INTRODUCTION

Nowadays, over a million electric and hybrid vehicles are on the road around the world, which make 0.1% of all vehicles used [1]. Considering their advantages over conventional vehicles and the growing progress in the electric vehicle technology, the EVs are expected to be the main devices for ground transport in the future. There are no exhaust fumes emission using these vehicles, and if the batteries of the electric vehicles are recharged from a renewable energy source, the EV will be completely eco-friendly regarding gas emissions. Their operation is almost soundless; they are fast, comfortable and safer than conventional types [2]. The bigger their number on the road is, the greater the help in balancing the electric power in the power system will be [3]. Additionally, it is expected EVs to become more affordable.

This paper presents the completed design of an electric go-kart and its practical implementation.

II. BASIC CONSTRUCTION OF THE ELECTRIC GO-KART

The basic construction of every electric vehicle consists of two main parts: mechanical and electrical part. Both of them consist of several elements, as shown in Fig.1, and each one is equally important to the entire system.

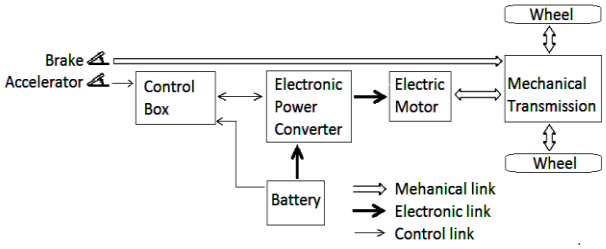


Fig. 1 General concept of the electric go-kart.

The driver starts the vehicle with the control unit by choosing movement direction (forward or backward). A variable resistor in this unit is controlling the accelerator: in zero position the output voltage is 1V, and by decreasing the resistance the output voltage increases from 4V to maximum 15V [4]. The power converter is regulated by this voltage change and it controls the power flow from the batteries to the electric motor. The motor converts the electrical energy into mechanical, and it is used for the vehicle propulsion.

III. THE MECHANICAL SYSTEM

The most important characteristic of every go-kart mechanical system is to provide as low as possible center of gravity. Along with the stable suspension, it would prevent the vehicle from overturning. The frame has to provide safe driving environment for the driver, also considering the space needed for him [5]. Therefore, the chassis from an old go-kart previously driven by an internal combustion (IC) engine was used in this project, which is shown in Fig. 2. In order to satisfy the electric go-kart requirements, several modifications have been done to the old chassis as described in the following action steps:

- Detailed inspection of chassis mechanical characteristics: dimensions, mass, components, strength etc.;
- Design in Auto-CAD software environment, which allowed simplified analysis and virtual preview before making any changes to the go-kart. The lower and the upper level, are connected by cylindrical stabilizers that are 5 cm high;
- Removal of a few unnecessary parts from the chassis, in order to reduce its weight and a detailed cleaning has been performed;

Ivan Spaseski, Boban Momchilovski, Dejan Pejovski, Bodan Velkovski, Tamara Panova, Filip Simjanoski, Stefan Lutovski are with the Institute of Electrical Machines, Transformers and Apparatuses at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Republic of Macedonia. E-mails: ivan_sp_oh@hotmail.com, momcilovski@yahoo.com, dejan.pejovski@hotmail.com, velkovski_bodan@live.com, tamara_panova@yahoo.com, filip.simja@gmail.com,

- Widening the middle part of the chassis, next to the driver's seat for placing the batteries;
- Placing two additional metal casings for withholding the batteries, an adjustable metal pad behind the driver's seat for the electric motor, as well as an additional metal casing above the motor for the power converter;
- Revitalization of the brake and the accelerator;
- Painting of the entire chassis in suitable colors.



Fig. 2. Old chassis from IC go-kart.

IV. THE ELECTRICAL SYSTEM

The electric propulsion system of an electric go-kart consists of three main parts: electric motor, power converter and batteries.

A. Electric motor

The right choice of the electric motor depends on the driver's demands, price, terrain characteristics, system dynamics, efficiency and reliability [6].

Although the analysis showed that DC motors have the lowest efficiency, their operating characteristic is the most suitable for propulsion of an electric go-kart, based on the driver's requirements [6]. Another crucial point is the motor rated power: for small and light weight go-karts, an electric motor with rated power of about 3kW completely satisfies the system demands, which are: quick start and stop, acceptable speed range and fast acceleration, and prevention from overheating. Therefore, in this go-kart project a series DC motor is used, with rated power of 2.5kW and rated voltage of 24V (shown in Fig. 3.), in which excitation winding is connected in series with the armature winding. The motor has 4 input terminals, and for a given rotating direction (clockwise or anti-clockwise) only 2 of them are used. This motor is taken out from an old electric forklift which was out of order because of other technical issues. The motor has been tested in the Laboratory of Electrical Machines, Transformers and Apparatuses at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies in Skopje, and the polarity of the motor's output terminals was determined, as well as the starting current (I_p=170A) and load current required for tracking the vehicle's weight (I_L=100A).

The operating characteristics for such a type of motor are shown in Fig. 4 [5]. The mechanical characteristic *M=f(n)* satisfies the vehicle demands. During starting time, the mechanical power increases proportionally to the speed, while the torque remains constant. After the rated operating point is reached, the torque significantly decreases as the rotor accelerates, but the output power does not change.



Fig. 3. DC motor with series excitation winding.

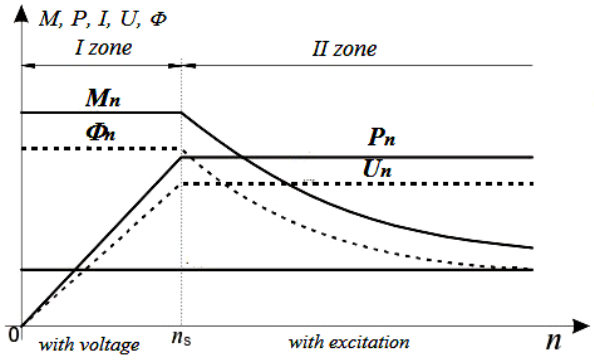


Fig. 4. DC motor mechanical characteristic.

B. Power converter

The main DC motor advantage is simple speed control. It can be achieved with several methods, including variation of the supply voltage amplitude. The commonly used device for speed control nowadays is the so called chopper, i.e. DC power converter [7].

In this project, the power converter was used from an old electric forklift, and a few necessary modifications were made. The presentation of the electric circuit of the DC-DC converter together with the motor is given in Fig.5. For starting the go-kart, a micro-switch in the control unit is turned on, and a switch for movement direction connects the circuit for charging the capacitor *C*. The electric circuit consisting of an additional thyristor *Tr2*, inductor *L* and capacitor *C* is used for switching off the main thyristor *Tr1*, keeping it ready for operation even before starting the go-kart. The logic unit sends a signal to the main thyristor *Tr1* which turns "ON" and connects the motor to the battery. The motor now starts accelerating. Depending on the control unit position, the additional thyristor *Tr2* is controlled for discharging the capacitor through *Tr1*, which

turns "OFF" and decelerates the motor. In the next interval the capacitor recharges and is ready again for breaking the main circuit. These modes are synchronized, and depending on the frequency of *Tr1* "ON" and "OFF" states, the DC value of the voltage applied to the motor is controlled and by that the speed of the motor is also controlled.

The diode *D2* is used to reduce ripples of the controlled motor voltage that appear when the main thyristor turns off. It prevents the motor from voltage stresses and therefore from ageing. The diode *D1* conducts the current from the stator winding when the motor decelerates. When *Tr1* turns off, the current decreases exponentially and flows through both diodes [3].

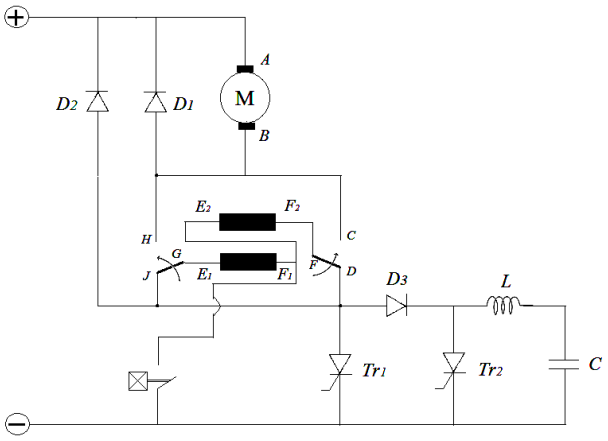


Fig. 5. DC-DC power converter electric circuit.

The power flow when the go-kart moves forward is: *C-F-F_2-E_2-F_1-E_1-G-J*; and for moving backward is: *H-G-E_1-F_1-E_2-F_2-F-D*. The current through the motor windings changes its direction, so the motor's rotation changes and the vehicle's direction of movement.

C. Batteries

The batteries are the energy source for the entire system and they are selected according to four major characteristics and parameters: their capacity, rate of discharge, deep-cycle and voltage level. Having in mind the motor load current I_L, voltage level (24V) and the vehicle required operating time (approximately 1.5h), the capacity of the batteries has been determined to be 150Ah. This simple calculation is done following the suggestions in [8]. To be on the safe side, and considering the space available, 4 batteries of C5 type lead acid were selected. Each of them has 55Ah capacity, which makes 220Ah in total when connected 2x2 in series and then in parallel, as shown in Fig. 6. The charging time was experimentally determined and it equals 9h.

Main advantages of this kind of batteries, that are important for this project, are: low cost, reliable, robust and tolerant to abuse and overcharging, low internal impedance etc.

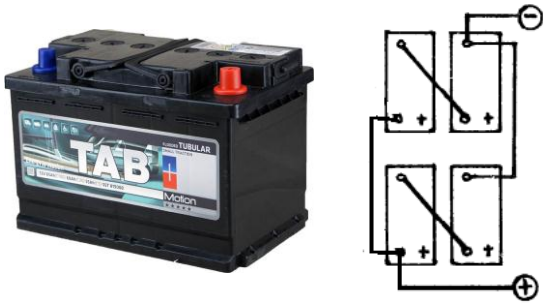


Fig. 6. a) Motion Tubular battery (left), b) batteries connection in the go-kart (right).

V. COMPLETE DESIGN CHARACTERISTICS

The final electric go-kart construction is shown in Fig. 7, and main design characteristics are summarized in Table 1.



Fig. 7. Electric go-kart complete construction.

TABLE I
ELECTRIC GO-KART MAIN CHARACTERISTICS

Dimensions (LxWxH)	(200 x 128 x 55) cm
Total mass	300 kg
Maximum speed	30 km/h
Operating time	1.5 h
Electric motor type	DC (series)
Rated power	2.5 kW
Rated voltage	24 V
Power converter type	Chopper
Rated voltage	24 V
Batteries type	Lead-acid
Rated voltage	12 V
Rated capacity	55 Ah
Connection	(2x2 series) x 2 parallel
Total capacity	220 Ah

VI. Further steps

The project design and realization are intended to be continued in the next two years at least. There are several key points to be considered in the future:

- Designing monitoring systems for measuring parameters that are relevant to the vehicle operation, such as: speed, acceleration, power consumption, batteries charging condition etc.,
- Designing a full bridge DC inverter to ensure bidirectional energy flow, so the recuperative energy braking is enabled and the restored energy to be reused for charging the batteries,
- Designing an automotive control system,
- Designing a PV system on the vehicle top for energy supply etc.

VII. Conclusion

In this paper results from the first step of the student project "Design and Realization of an Electric Go-kart" are presented. The duration of the first step of the project is from September 2015 until June 2016 and was realized at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies in Skopje.

The go-kart designed with a 2.5kW reused DC motor, has proven the basic theoretical principles of go-kart construction and its modes of operation.

Every part of the vehicle was carefully chosen, considering its commercial availability, total investment and operating expenses, driver's needs etc. An important aspect during the design process was the idea of making something new from used and old components in order to follow the sustainable concept as a new trend around the world. Further steps for improving go-kart characteristics will be considered in the following months.

Acknowledgement

The go-kart project is financed by the Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies and Ss. Cyril and Methodius University in Skopje. The student team was mentored by prof. Goga Cvetkovski, PhD and prof. Snezana Cundeva, PhD. The project is also sponsored by the following companies: TAB MAK, Agrooprema, Cargomax, Atlantic grupa, Deko. Authors would like to express their immense gratitude to all of them, as well as to the other students who are members of the project team and helped in the realization of the project.

References

[1] J. N. Miller, "Electric and hybrid vehicles" *IEEE Electrification Magazine*, pp. 4-6, June 2014.

[2] K.T. Chau, W. Zheng, "Overview of power electronic drives for electric vehicles", *HAIT Journal od Science and Engineering B,* vol. 2, issues 5-6, pp. 737-761, Holon Academic Institute of Technology, 2005.

[3] P.M.P.R Almeida, "Impact of Vehicle to Grid in the Power System Dynamic Behaviour", PhD dissertation, *Faculty of Engineering of University of Porto*, November 2011.

[4] "Uputstvo za servisiranje elektroopreme baterijskih viljuškara", Indos Izobraževanje, Ljubljana, 1990.

[5] J. Larmine, J. Lowry, *"Electric Vehicle Technology Explained"*, John Wiley & Sons, February 2004.

[6] M. Zeraoulia, M.E.H. Benbouzid, D. Diallo, "Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems: A Comparative Study", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 5, issue: 6, pp. 1756 - 1764, 2006.

[7] Z. Stević. *"New Generation of Electric Vehicles".* InTech, December 2012.

[8] C. Mi, A. Masrur, D. W. Gao, "*Hybrid Electric Vehicles: Principles and Applications with Practical Perspectives*", John Wiley & Sons, 2011.

Sistem za merenje i praćenje parametara vode na kupalištima pomoću GSM modula u realnom vremenu

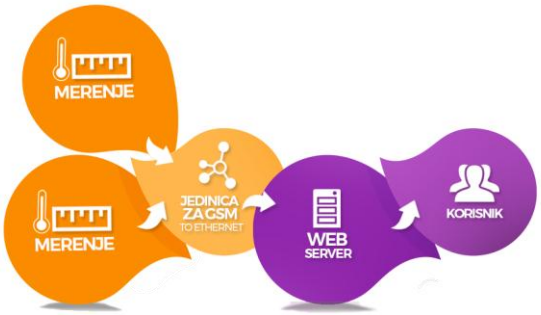
Miljan Džudović, Dušan Vučić

Sažetak – U ovom radu biće predstavljen sistem koji omogućava automatsko merenje parametara vode na kupalištima bez ljudskog angažmana i prikazivanje istih na Web stranici. Sistem je zasnovan na Arduino [1] razvojnoj platformi, koristi TCP/IP za komunikaciju sa Web serverom i GSM (Global System for Mobile Communications) za razmenu podataka između mikrokontrolera na mernom mestu i mikrokontrolera koji je povezan na Internet.

I. Uvod

Celokupni projekat je osmišljen da omogući široj društvenoj zajednici uvid u trenutne parametre, od kojih je najznačajnija temperatura, na popularnim kupalištima. Projekat omogućava modifikovanje sistema tako da može poslužiti i za merenje, odnosno praćenje drugih parametara na više lokacija značajnih za naučno-istraživačke timove.

Sistem se sastoji od nekoliko različitih celina, koje će u daljem tekstu ovog rada biti posebno obrađene. Celine koje čine ovaj sistem su: jedinica za merenje [II poglavlje], sa zadatkom da izmeri temperaturu i/ili druge parametre i prosledi ih jedinici za povezivanje sa Internetom [III poglavlje], koja podatke od više mernih jedinica primljenih pomoću GSM-a prosleđuje Web serveru [IV poglavlje]. Web server ima ulogu da podatke sačuva u bazi i omogući njihov prikaz na Web stranici. Blok šema ovog projekta prikazana je na slici 1.



Slika 1. Uprošćena blok šema sistema.

Miljan Džudović i Dušan Vučić su učenici završnog razreda, smera: Elektrotehničar informacionih tehnologija – ogled u „Tehničkoj školi Zaječar“, Knjeginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar. Email: miljandzudovic@gmail.com, dusanvucic@hotmail.com

II. Jedinica za merenje

Merna jedinica ima ulogu da izmeri potrebne veličine i prosledi ih jedinici za komunikaciju sa Internetom.

A. Metode merenja

Postoji nekoliko različitih metoda merenja u vodi [2], a jedna od najstarijih jeste ručno potapanje senzora, merenje i očitavanje vrednosti. Ova metoda zahteva, ponekad, nedostupne ljudske resurse i postoji mogućnost greške izazvane ljudskim faktorom. Druga metoda podrazumeva postavljanje mernih instrumenata ili senzora na plovilo, koje se kreće između mernih mesta, ali metoda nije uvek pouzdana jer lako dolazi do oštećivanja senzora, odnosno instrumenata i potrebno je da merna mesta međusobno budu povezana plovnim putem. Jedna od najnovijih tehnologija jeste satelitsko merenje. Ova vrsta merenja je nedostupna široj društvenoj zajednici i koristi se uglavnom za ozbiljna meteorološka istraživanja. Metoda koja ima najbolji odnos preciznosti, dostupnosti i cene je postavljanje bove na površini vode i njeno pričvršćivanje za dno. Senzori se potapaju na određenoj dubini, dok se mikrokontroler i ostale komponente nalaze u samoj bovi. Bova je izrađena od plastike ili gume, ne propušta vodu i vlagu u svoju unutrašnjost i otporna je na vremenske neprilike i fizička oštećenja od udara plovila ili kupača. Slika bove prikazana je na slici 2.

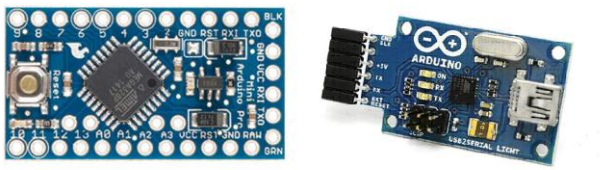


Slika 2. Bova postavljena na vodi – ovo je samo ilustracija, komponente se mogu spakovati i u druge plutajuće oblike.

B. Tehničke specifikacije

Jedinica za merenje sastoji se od Arduino Pro Mini v2.0 sa ATmega 328 mikrokontrolerom, SIM800l GSM modula sa spiralnom antenom i DS18B20 digitalnog termometra.

Arduino Pro Mini v2.0 [3] je mikrokontrolerska ploča otvorenog koda, zasnovana na ATmega328 mikrokontroleru momorijskog kapaciteta od 32KB fleš memorije, 1KB EEPROM i 2KB SRAM-a. Sadrži 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova, ukupno 6 od 14 digitalnih pinova se mogu koristiti kao PWM (Pulsewidth modulation) izlazi, 6 analognih ulaza i taster za resetovanje. Napon logičke jedinice iznosi 5V ili 3,3V, zavisno od modela same ploče na kojoj se nalazi čip koji radi na 8MHz, odnosno 16MHz zavisno od napona. Namenjen je korisnicima koji zahtevaju male dimenzije ploče, a njihovi projekti mogu da funkcionišu bez serijske komunikacije, tj. nije im potreban USB konektor. Zbog nedostatka USB konektora za programiranje i komunikaciju sa računarom može se koristiti FTDI interfejs ili neki od USB to Serial modula kao što je Arduino USB2Serial. Slika 3 prikazuje Arduino Pro Mini v2.0 i Arduino USB2Serial light.



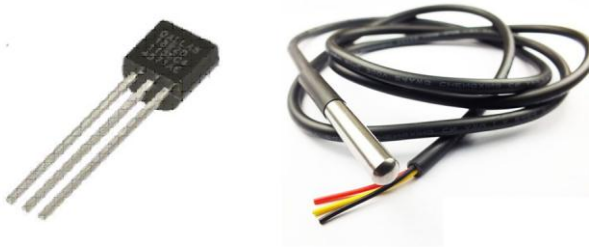
Slika 3. Arduino Pro Mini v2.0 (levo) i Arduino USB2Serial light (desno).

GSM modul oznake SIM800l [4], korišćen u razvoju prototipa ovog projekta, omogućava povezivanje različitih mikrokontrolera na GSM mreže najrasprostranjenijih frekventnih opsega, odnosno 850MHz, 900MHz, 1800MHz i 1900MHz. Operativni napon modula je 3,4V ~ 4,3V. Ovaj modul na ploči nema ugrađenu antenu, pa je potrebno povezati posebno. U razvoju ovog projekta korišćena je spiralna antena. Koristi se micro SIM kartica. GSM modula SIM800l sa spiralnom antenom prikazan je na slici 4.



Slika 4. GSM modul SIM800l sa spiralnom antenom.

Senzor temperature DS18B20 [5] je digitalni termometar sa jednožičnim interfejsom za komunikaciju koji meri temperature u rasponu od -55°C do +125°C sa eventualnom greškom u merenju od ±0,5°C, u opsegu od -10°C do 85°C, dok izvan ovog opsega greška može iznositi ±1°C ~ 2 °C. Termometar se nalazi u vodootpornoj kapsuli namenjenoj baš za ovakve ili slične senzore, kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Termometar DS18B20 (levo) i DS18B20 u vodootpornoj kapsuli (desno).

Merna jedinica napaja se iz punjivih baterija, koje se mogu napuniti iz solarnih ćelija prikačenih na spoljašnju stranu bove.

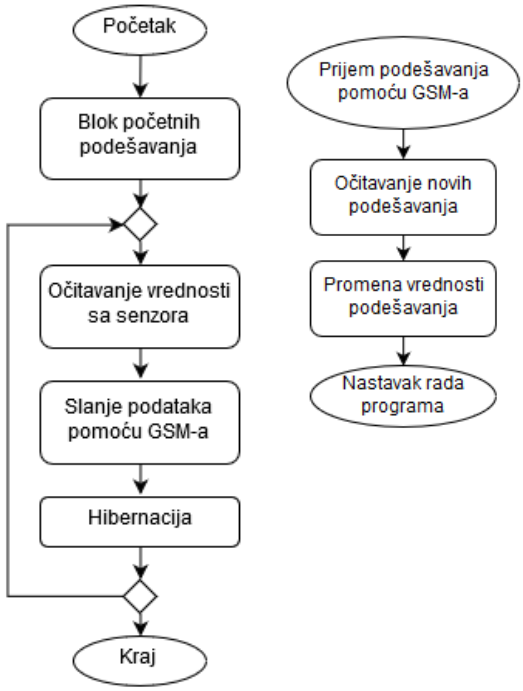
C. Princip rada i praktična realizacija

Ovaj podsistem funkcioniše tako što mikrokontroler obradi podatke dobijene od senzora i spakuje ih u jedan „string“, koji se kasnije putem SMS poruke šalje do sledećeg nivoa, tj. do jedinice za povezivanje sa Internetom. Postoji mogućnost i obrnute komunikacije, gde se od administratora može dobiti informacija o smanjenu ili povećanju učestalosti merenja ili do potpunog prekida i naknadnog ponovnog pokretanja merenja. Broj merenja temperature površinskih voda zavisi od mnogih faktora kao što su površina, zapremina, protok vode, vremenske prilike i slično. Ukoliko se uporede olimpijski bazen i veštačko jezero, može se doći do zaključka da je bazen podložniji češćoj promeni temperature zbog vrlo malog, skoro neznačajnog, protoka vode, a pre svega zbog odnosa zapremine i površine. Optimalan broj merenja na jezerima velikih površina je oko četiri puta dnevno, dok se temperatura u bazenima treba meriti nešto češće. Iz ovoga sledi da GSM modul pošalje između 120 i 600 SMS-a na mesečnom nivou. Važno je napomenuti da se tarifiranje ovakve vrste saobraćaja može posebno ugovoriti sa operaterima GSM usluga. Zbog uštede energije i resursa, softverski je omogućeno da mikrokontroler u pauzi između dva merenja bude u stanju hibernacije jer, tada se zajedno sa GSM modulom napaja sa približno 0,2mA~0,5mA, što višedesetina puta smanjuje potrošnju energije jer u normalnim uslovima rada Arduino i GSM modul koriste 10mA~20mA.

Program za mikrokontroler izrađen je u programskom jeziku C++ koristeći Arduino IDE [6] program za pisanje i kompajliranje izvornog koda. U nastavku nalazi se spisak biblioteka koje su korišćene, a ne nalaze se u osnovnom paketu Arduino IDE 1.6.12.

```
#include <OneWire.h> [7]
#include "SIM900.h" [8]
```

Algoritam programa prikazan je na slici 6.



Slika 6. Algoritam osnovnog programa (levo) i algoritam događaja promene podešavanje (desno)

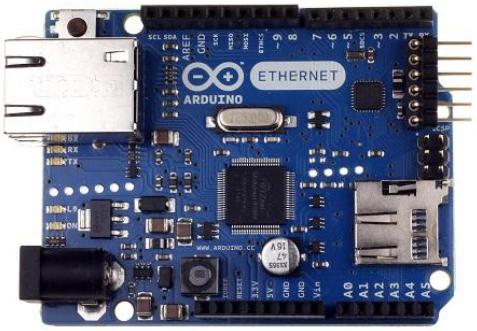
III. JEDINICA ZA POVEZIVANJE SA INTERNETOM

Ova jedinica je hardverski i softverski složenija u odnosu na prethodno opisanu. Uloga ove jedinice jeste da primi podatke merenja pomoću GSM-a i prosledi ih višem nivou sistema tj. Web serveru. Može se reći da je jedinica za povezivanje sa Internetom neka vrsta servera, rutera ili modema. Povezivanje ovakvih embedded uređaja na postojeću Internet infrastrukturu poznato je pod popularnim imenom Internet of Things (IoT) [9].

A. Tehničke specifikacije

Ovaj sklop sastoji se od Arduino Ethernet ploče koja pored mikrokontrolera ima integrisan W5100 mrežni čip, za GSM usluge koristi se identičan modul kao kod jedinice za merenje, SIM800l.

Arduino Ethernet [10] je mikrokontrolerska ploča otvorenog koda zasnovana na ATmega328 mikrokontroleru. Sličan mikrokontroler se nalazi i na Arduino Uno ploči. Pored samog mikrokontrolera na ploči se nalazi i W5100 TCP/IP Ethernet kontroler za povezivanje na mrežu. Arduino Ethernet poseduje 14 digitalnih ulaza/izlaza, 6 analognih ulaza, RJ45 konektor, kvarcni kristal kao oscilator na 16MHz, priključak za napajanje naponom od 7V do 12V, taster za restartovanje i konektore za ICSP. Na ploči se može dodatno zalemiti dodatak za napajanje preko mrežnog kabla, tj. preko RJ-45 utičnice (PoE). Ova ploča nema USB konektor tako da se komunikacija i programiranje vrši pomoću, već spomenutog, FTDI interfejsa ili USB to Serial modula. Arduino Ethernet je prikazan na slici 7.

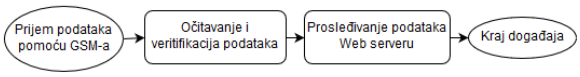


Slika 7. Arduino Ethernet bez PoE modula

B. Princip rada i praktična realizacija

Arduino Ethernet konfigurisan je pomoću DHCP-a i radi u *client* modu što mu omogućava da pokreće PHP skripte na Web serverima i šalje vrednosti merenja. Takođe, komunikacija može biti i povratna, tako da Arduino može čitati vrednosti sa Web servera. To trenutno nije neophodno, ali pruža mogućnost daljeg razvoja sistema.

Izvorni kod pisan je i kompajliran u Arduino IDE. U nastavku, na slici 8. prikazan je algoritam programa.



Slika 8. Algoritam osnovnog programa za Arduino Ethernet.

IV. WEB SERVER

Web server omogućava prikaz podataka na bilo kom uređaju sa pristupom Internetu. Web server obuhvata korisnički interfejs za prikaz podataka, skripte za slanje/preuzimanje podataka od Arduino Etherneta i baza podataka za čuvanje podataka.

Korisnički interfejs izrađen je pomoću HTML 5, CSS 3 i JavaScript.

Skripte za slanje/preuzimanje podataka pisane su u PHP programskom jeziku. Koristi se JSON standard i Web servisi.

JSON [11], odnosno JavaScript Object Notation, je tekstualno baziran otvoreni standard, dizajniran za razumljivu ljudima razmenu podataka. Izveden je iz Javaskript jezika za predstavljanje jednostavnih struktura podataka i asocijativni niz, nazvan objektima. Uprkos vezi sa JavaSkriptom, to je jezicki nezavistan standard, i može se koristiti za mnoge jezike.

Web servisi [12] su aplikacije koje se mogu locirati i pozvati sa bilo koje tačke mreže. Web servisi se izvršavaju na „udaljenom“ sistemu, a Web API je obično definisan kao skup HTTP poruka, obično izraženih u formatu XML ili JSON, koji je korišćen u ovom projektu. Web servise mogu koristiti drugi Web servisi, Web aplikacije ili grafički uređene aplikacije za mobilne telefone i lične računare. Prednosti Web servisa su fleksibilnost i rasterećenje mreže jer servis šalje samo traženu vrednost.

Podaci se smeštaju u MySQL bazu podataka koja služi kao veza između Web strane i Arduina. Baza podataka se sastoji iz jedne tabele, a po potrebi se može proširiti, ako za to bude bilo potrebe u daljem razvoju.

V. Zaključak

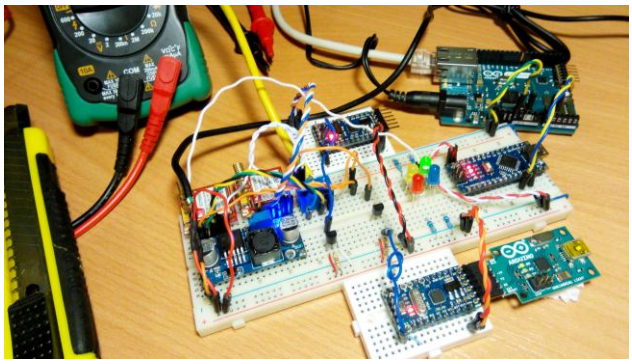
U današnje vreme, kada svi procesi teže automatizaciji, pojavljuje se veliki broj mogućnosti za razvoj ovakvih sistema, koji, pored pružanja društveno-korisnih informacija, mogu doprineti i naučno-istraživačkom radu, jer bi u realnom vremenu mogli dostaviti podatke sa terena i ubrzati proces istraživanja.

Ovaj rad opisuje stvaranje jednog sistema koji omogućava merenje temperature i drugih parametara površinskih voda na kupalištima. Sistem funkcioniše u tri nivoa: prvi, najniži nivo, nalazi se na terenu i meri parametre koje kasnije prosleđuje drugom nivou. Drugi nivo sistema dobijene parametre, od više mernih jedinica, prosleđuje Web serveru, koji je najviši nivo ovog sistema i ima zadatak skladištenja podataka i omogućava čitanje sa bilo kojeg uređaja sa pristupom Internetu.

Korišćeni programski jezici, protokoli i servisi za izradu sistema su: C++, PHP, HTML, CSS, JavaScript, JSON, Web servisi, GSM i TCP/IP.

Ponovo treba naglasiti da se sistem, uz vrlo malo truda, može modifikovati tako da meri i druge parametre i samim tim može imati i širu primenu.

Na slici 9. nalazi se razvojna ploča sa komponentama koje su korišćene u razvoju projekta, sledeći korak je izrada štampanih pločica i testiranje sistema u realnim uslovima s obzirom da su dosadašnja merenja i ispitivanja vršena u labaratorijama.



Slika 9. Razvojna ploča sa komponentama.

Zahvalnica

Autori rada izražavaju duboku zahvalnost svima koji su pomogli realizaciju projekta svojim materijalnim i tehničkim mogućnostima.

Literatura

[1] Arduino, https://www.arduino.cc/ - septembar 2016.
[2] Metode merenja temperature vode, http://www.trenutnatemperatura.com/mora-vode septembar 2016.
[3] Arduino Pro Mini,https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini septembar, 2016
[4] GSM SIM800l, Website and Blog of Ayoma Wijethunga, http://www.ayomaonline.com/programming/quickstart sim800-sim800l-with-arduino/ - avgust, 2016.
[5] Maxim Integrated, DS18B20 datasheets, http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf jun, 2016
[6] Arduino IDE 1.6.12, https://www.arduino.cc/en/Main/Software avgust, 2016
[7] Biblioteka <OneWire.h> http://playground.arduino.cc/Learning/OneWire avgust, 2016
[8] Biblioteka “SIM900.h” http://www.gsmlib.org/ - avgust, 2016
[9] Internet of Things, *Wikipedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things septembar, 2016
[10] Arduino Ethernet, https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet septembar, 2016
[11] JSON http://www.json.org/ - septembar, 2016
[12] Web servisi, http://www.webprogramiranje.org/web-servisi-osnove/ septembar, 2016

Idejna i hardverska realizacija sistema za elektronsko glasanje

Ivan S. Lončar, Milan B. Petrović

Sadržaj – Ideja ovog rada je realizacija sistema za glasanje sa opcijama za, protiv i uzdržan, gde je glasanje anonimno i jednostavno. U nastavku će biti opisana konstrukcija i princip rada uređaja.

I. UVOD

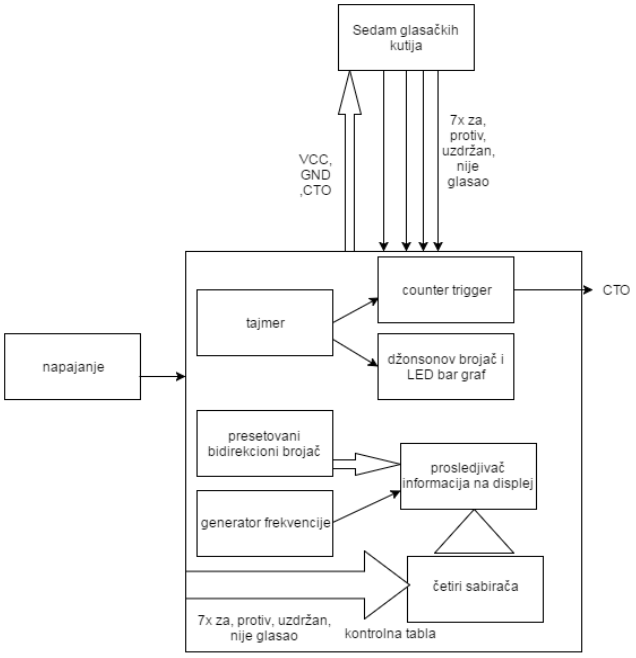
Uređaj koji je ovde predstavljen je onaj kakav se sreće u raznim odborima, skupštinama, gde je bitno doneti odluku za, protiv, uzdržan, nije glasao, kao i utvrditi kvorum na takvim glasanjima. Zamišljeno je da nakon određenog vremena za glasanje u kontrolnu tablu stignu signali o odluci i time su pokrivene sve opcije pri glasanju na takvim zasedanjima. Tokom izrade ovog projekta napravljeno je 7 kutija preko kojih se može glasati, i jedna glavna kutija, tj. kontrolna tabla. Glasačka kutija se aktivira članskom karticom preko RFID uređaja koji nije realizovan, ali umesto njega je postavljen prekidač. Na glasačkoj kutiji se nalaze tri tastera za donošenje odluka, kao i tri LE diode za indikaciju o izabranoj odluci. Ispod svakog tastera stoji odgovarajući natpis (za, protiv, uzdržan). Ako se ne pritisne nijedan taster, onda korisnik nije glasao. Na kontrolnoj tabli se nalaze sledeći elementi: taster za inicijalizaciju glasanja, LED bargraf za odbrojavanje do kraja glasanja (deset sekundi), taster za master reset, sedmosegmentni LED displej. Nakon glasanja selektori automatski menjaju sadržaj displeja. Mogući sadržaji su: kvorum, za, protiv, uzdržan, nije glasao. Na LED displeju se prikazuje vrednost odgovarajućeg sadržaja naznačenim LE diodama. Nakon reseta, ili pre inicijalizacije prvog glasanja na displeju se prikazuje vrednost kvoruma do narednog glasanja. Ova vrednost može se menjati selekcionim prekidačem i tasterom koji inkrementira ili dekrementira vrednost kvoruma u zavisnosti od položaja selekcionog prekidača. Pre svakog glasanja pritiska se taster za master reset kako bi uređaj bio spreman za ponovnu upotrebu. Glasačke kutije su na kontrolnu tablu povezane žicama. Napajanje uređaja može biti preko adaptera (do 1A) ili baterije od 9V.

Ivan Lončar i Milan Petrović, studenti na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 1800 Niš, Serbia, E-mail: Panterlokibor94@gmail.com

II. PRINCIP RADA

Na slici 1. prikazana je blok šema sistema za elektronsko glasanje:

- glasačka kutija (sedam uređaja)
- kontrolna tabla
  - napajanje
  - tajmer (10 sekundi, 1 Hz)
  - counter trigger
  - Džonsonov brojač sa LED bargrafom
  - presetovani bidirekcioni brojač
  - prosleđivač informacija na displej
  - sabirači (četiri komada)
  - generator frekvencije (četvrtastog signala)
  - master reset.



Slika 1: Blok šema uređaja.

-Glasačka kutija

Glasačkih kutija ima sedam, što znači da je moguće da preko ovog uređaja glasa sedam korisnika. Na ulazu

svakog od njih dovodi se reset signal. Pošto ima tri opcije koje bira korisnik i jedna koja se generiše u slučaju da korisnik ne pritisne ništa, samim tim postoje i tri tastera. Svaki taster vezan je preko pull-up otpornika na trigger pin NE555 tajmera u monostabilnoj konfiguraciji sa otpornikom od 540 K i kondenzatorom od 100 µF što po formuli $t = 1.1RC$ iznosi 60 s, što je više nego dovoljno za trajanje impulsa koji se generiše na izlazu tajmera. Pošto je rečeno da postoje tri opcije, potrebna su i tri ovakva kola (Slika 2). Pritiskom na jedan od tastera pali se odgovarajuća lampica, a samim tim se i kroz I kola povezanih na reset pin druga dva kola gase lampice. Ova funkcija je implementirana jer glasač ne može da glasa za više od jedne opcije istovremeno. Iz razloga što je na izlaz svakog tajmera vezana LE dioda sa odgovarajućim otpornikom za regulaciju struje, signal sa izlaza vodi se na bafer napona napravljenog od rail-to-rail operacionog pojačavača. Zato što se koristi integrisano kolo OPA4342PA koje ima 4 operaciona pojačavača, jedan je neiskorišćen. On se povezuje kao na slici. Osim ova tri postoji i četvrti signal "korisnik nije glasao". Ovi signali se sa izlaza iz naponskih bafera vezuju na logičko NILI kolo sa četiri ulaza. U slučaju da nijedan izlaz nije aktivan (što označava da korisnik nije glasao) na izlazu kola imamo logičku jedinicu koju prosleđujemo u memorijski element. Kad se glasa, signal koji se uzima u obzir, je onaj nakon isticanja predviđenog vremena za glasanje. Signal o završenom vremenu glasanja dolazi iz counter-trigger clock-a unutar kontrolne table opisane u nastavku teksta. Svaki od tih signala iz izlaza I kola vodi se na data (informacione) ulaze integrisanog kola sa četiri D flipp-flopa. Rad kola je uvek omogućen i na master reset vezan je signal iz master reset bloka. Clock za ovo generiše se kao impuls kada se glasa. Sam impuls je i signal za podatak pa mora biti zakašnjen kako bi informacija bila prosleđena na izlazu kola. Kašnjenje je obezbeđeno sa četiri invertora (mogli su se koristiti samo dva, ali unutar integrisanog kola postoji još tri neiskorišćena invertora). Kašnjenje koje je obezbeđeno je 45±10 ns, što je dovoljno vreme za "okidanje".

-Kontrolna tabla

U kontrolnu tablu smešteno je napajanje celokupnog uređaja, izvor napajanja je baterija od 9 V. Pored napajanja ovde se nalaze i tasteri za resetovanje i početak glasanja, kao i vizuelni prikaz koliko je vremena preostalo za glasanje, displej na kome se ispisuju rezultati glasanja i selektorske lampice. U nastavku će biti obrađeni svi segmenti kontrolne table.

-Napajanje

Uređaj se napaja bilo iz adaptera bilo iz baterije od 9 V (Slika 3). Da bi se realizovao ovakav tip napajanja baterija i adapter moraju biti odvojeni od mogućeg kratkospajanja, što je postignuto usmerivačkim diodama, koje još imaju i funkciju zaštite od pogrešne polarizacije. Iz razloga što je uređaj pretežno digitalne prirode realizovan HC i LS integrisanim kolima tj. komplementarnoj CMOS i TTL tehnologiji, potrebni naponski nivoi kreću se od 0 do 5 V, pa se napon sa izvora dovodi u kolo za regulaciju napona koje na svojim ulazima i izlazima poseduje elektrolitske kondenzatore velikog kapaciteta usled naglih pada napona, kao i kondenzatori za otklanjanje visokofrekventnog šuma.

- Tajmer

Tajmer kao celina sastoji se od dva integrisana kola NE555 čija je svrha da odbrojavaju 10 sekundi. Jedno kolo treba da bude monostabilni multivibrator koji na svom izlazu daje impuls trajanja 10 s. Drugo kolo NE555 prihvata taj signal kao svoje napajanje i sve dok on traje ono generiše izlaz u obliku četvrtastog signala frekvencije 1 Hz. Ovaj signal se dalje prosleđuje u Counter trigger i Džonsonov brojač sa LED bargrafom.

-Counter trigger

Sastoji se od integrisanog kola 74LS90, što je u stvari dekadni brojač (Slika 6). On prebrojava impulse koji mu stižu iz NE555 i kada izbroji deset impulsa on generiše signal na izlazu. Generisanje signala je napravljeno tako što četiri bita na izlazu daju binarni broj „1001". Ti signali se vode u I kolo, s tim što se na izlaze nula stavlja invertor i tako se omogućava pobuđivanje tog kola i samim tim generisanje izlaznog signala. Taj signal se šalje svim glasačkim kutijama, čime se signalizira da je glasanje završeno i potom započinje proces preuzimanja podataka iz njih.

-Džonsonov brojač sa LED bargrafom

Džonsonov brojač (Slika 4) je tip brojača koji čini registar kod koga se bit na izlazu invertuje i vraća na ulaz. Time se dobija kombinacija bitova koja je pogodna za led bargraf, za paljenje jedne po jedne LE diode. Za Džonsonov brojač iskorišćeno je integrisano kolo 74hc174. Pre nego što se signali dovedu na LE diodu bargraf, neophodno je da se pojačaju. To je urađeno preko naponskih bafera. Struja kroz diode LED bargrafa ograničene su otpornicima iz otpornog niza i još dva dodatna otpornika.

-Presetovani bidirekcioni brojač

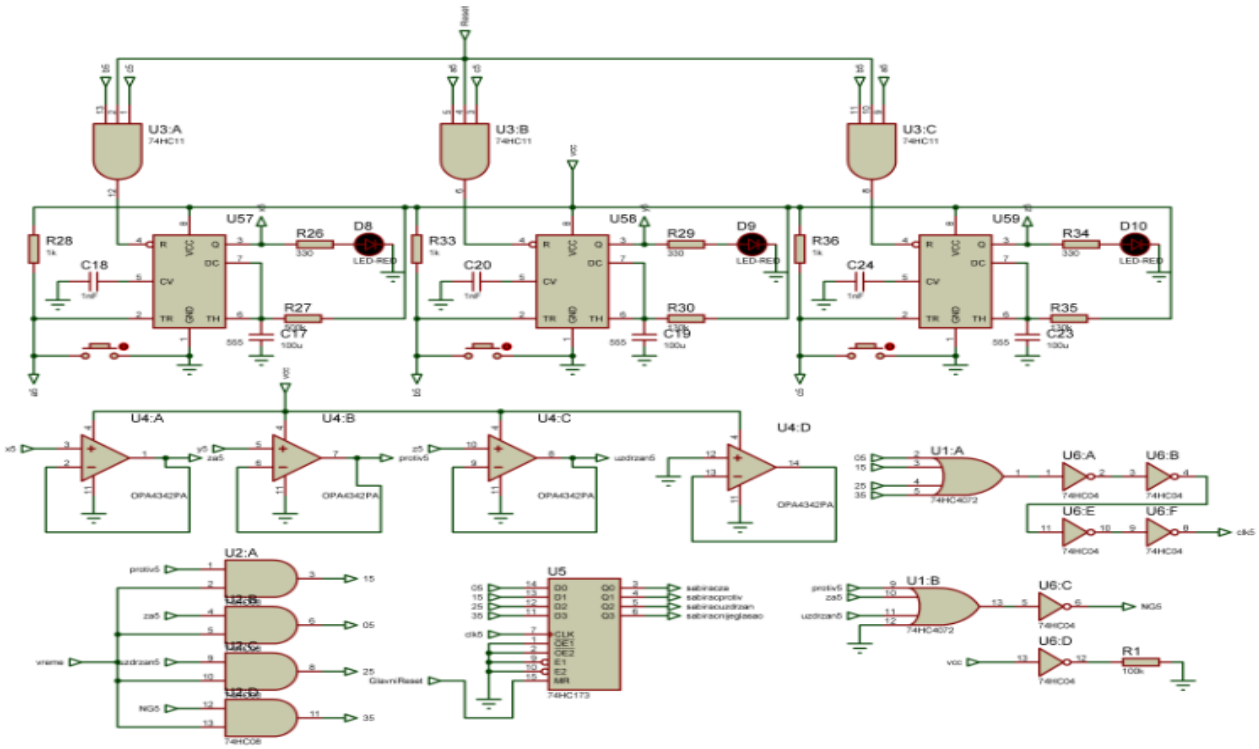
Za ovaj deo kola ključni deo je integrisano kolo 74HC190, koje predstavlja brojač koji može da broji i unapred i unazad (Slika 7). On je iskorišćen za mogućnost podešavanja kvoruma. Ima četiri ulazna bita koji se mogu unapred podesiti na određenu vrednost. Ovaj brojač je podešen na 4 zato što je to većina od 7 glasača, pa je pretpostavljeno da će to najčešće biti uslov za ispunjenje

kvoruma. Inicijalizacija difoltne vrednosti od 4 glasača se postavlja isključivo kada je pin PL na ovom kolu postavljen na nulu pa se zato kolom NE555 realizuje kolo za odloženo paljenje u monostabilnoj konfiguraciji sa vremenom odlaganja 0,121 s po formuli $t = 1.1RC$. Ponekad je možda potrebna drugačija vrednost, pa je ta mogućnost ostavarena ovim kolom. Da li će se vrednost kvoruma povećavati ili smanjivati, bira se preklopnikom. Njime se na odgovarajući pin dovodi logička nula ili jedinica pritiskom na taster čiji je izlazni signal zaštićen od poskakivanja kondenzatorom.

-Sabirači

Glasovi se prebrojavaju pomoću sabirača (Slika 5). Postoji sedam ulaza koji predstavljaju ulaze sa sedam glasačkih kutija. Postoji ukupno četiri sabirača. Tri su jednobitna i sabiraju vrednosti prvih šest ulaza, dok se nakon njih sedmi vodi na dvobitni sabirač koji sabira izlaze iz dva sabirača sa njihovim carry bitovima. Izlazni signali se prosleđuju na prosleđivač informacija na displej.

-Master reset



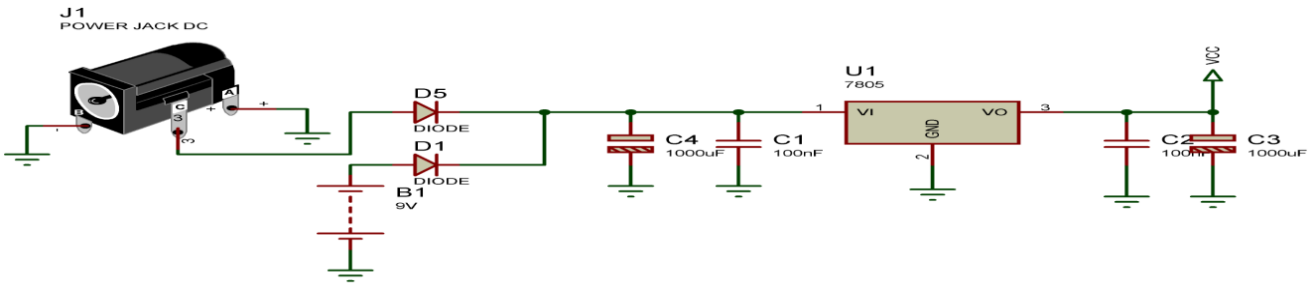
Slika 2: Blok realizovan tasterom sa pull-up otpornikom.

-Generator frekvencije (četvrtastog signala)

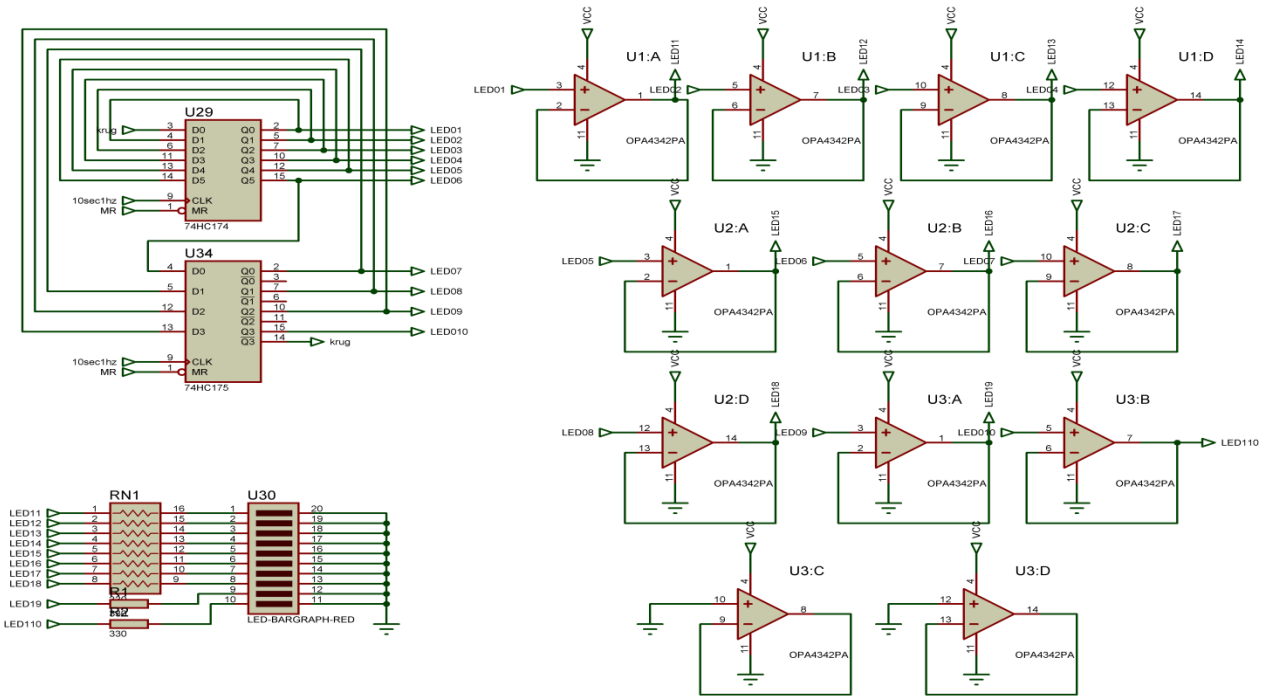
Pomoću NE555 kola generiše signal frekvencije 0.145 Hz koji će na 3,45 sekundi vršiti promenu informacije na displeju (Slika 8). Predstavlja clock za prosleđivač informacija na displej za automatsku promenu vrednosti za prikazivanje naznačenih selektorskim lampicama. Realizovan je na isti način kao i blok tajmera sa razlikom da su okidački signali proteklo vreme za glasanje i glavni reset umesto taster.

-Prosleđivač informacija na displej

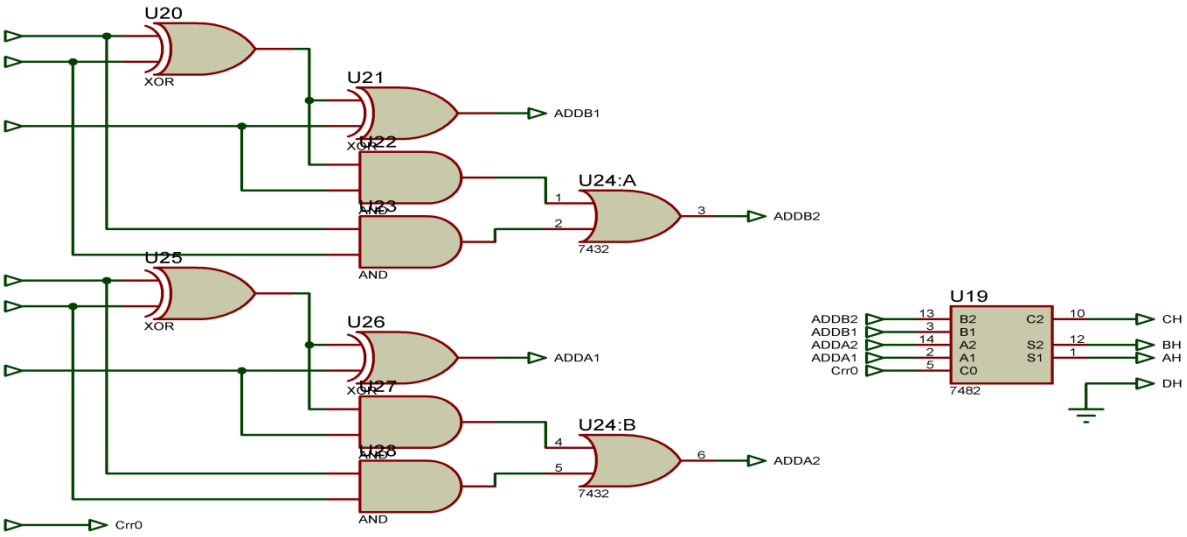
Da bi se prikazale vrednosti svih mogućnosti uključujući i vrednost kvoruma na sedmosegmentnom displeju potrebno je nakon glasanja naizmenično pokazivati ukupno pet različitih stanja (Slika 9). Ta stanja se dobijaju brojačem modula 5 napravljenog od 4-bitnog brojača (može i 3-bitni).
Clock signal dolazi iz generator funkcija koji na svake 3.45 sekunde prikazuje vrednosti narednog stanja. Kada se se ne prikazuju sva stanja, tj. kad se uređaj resetuje, difoltno se prikazuje samo vrednost kvoruma do završetka narednog glasanja. Stanja su ciklična i ravnomerno vremenski raspodeljena, da bi takva i ostala kolo se resetuje nakon broja četiri. Reset je moguće odraditi ili master resetom ili nakon odbrojanih pet taktova. Svaki od generisanih binarnih brojeva se prosleđuje u 3 u 8 dekoder koji selektuje redom svih pet opcije pali odgovarajuće LE diode i aktivira odgovarajuće bafere četvorobitnih vrednosti brojeva iz svih sabirača kao i iz kola za kvorum tj. presetovani bidirekcioni brojač. Signali se prosleđuju kroz BCD u 7-segmentni decoder kako bi se prikazali brojevi na displeju. Neiskorišćena kola se vezuju u skladu sa pravilima.

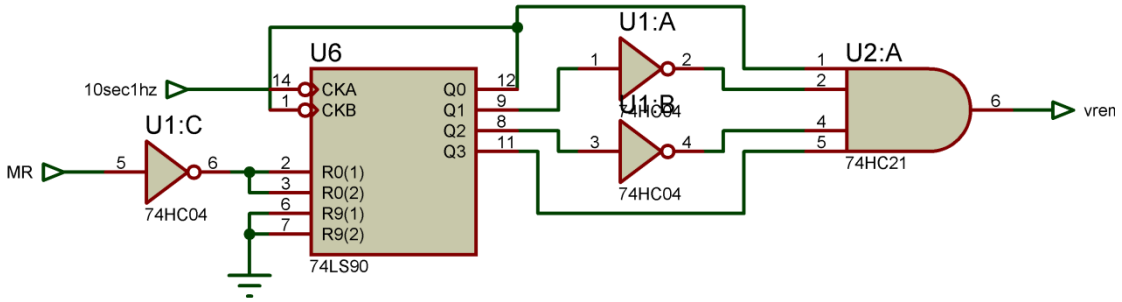


Slika 3: Šema napajanja.

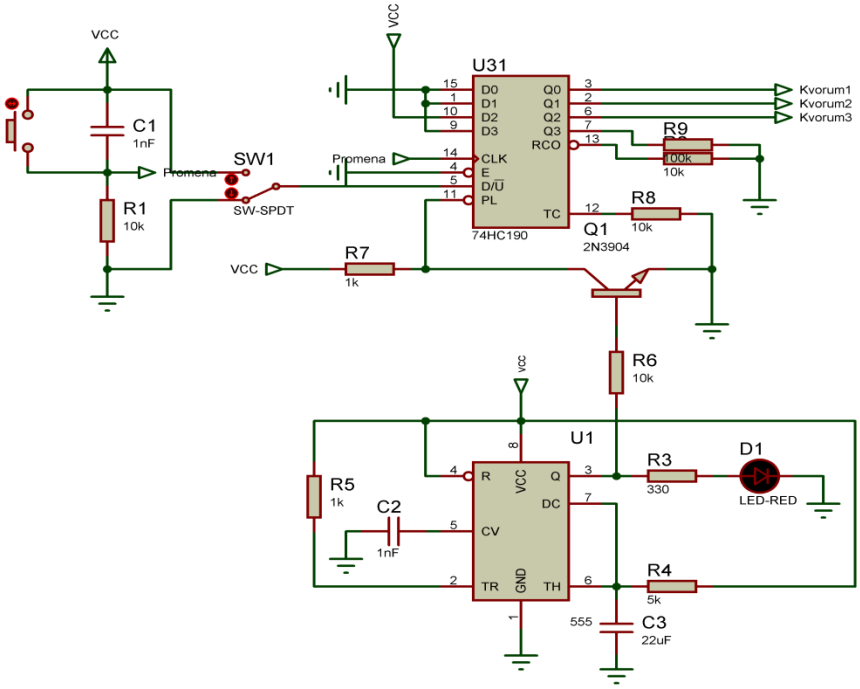


Slika 4: Šema Džonsonovog brojača sa LED bargrafom.

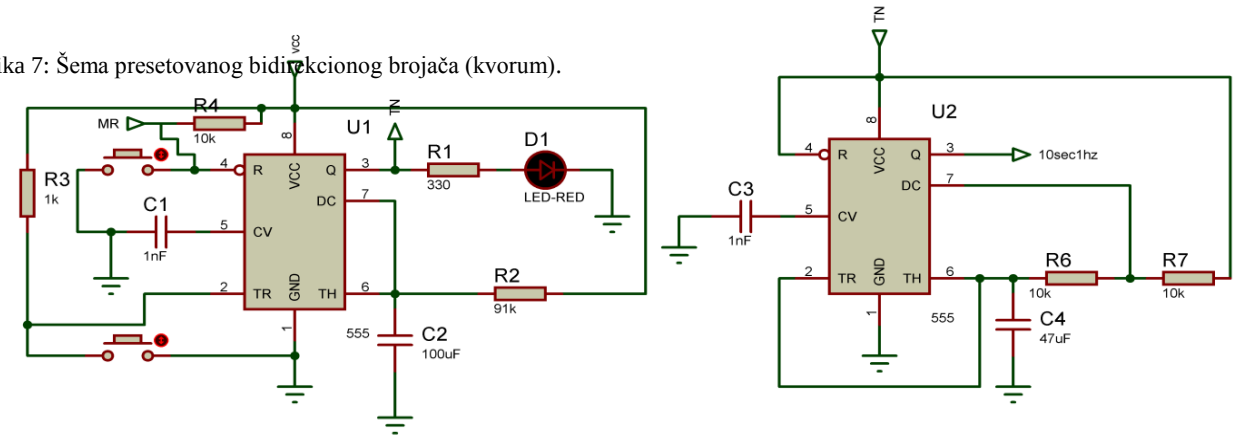




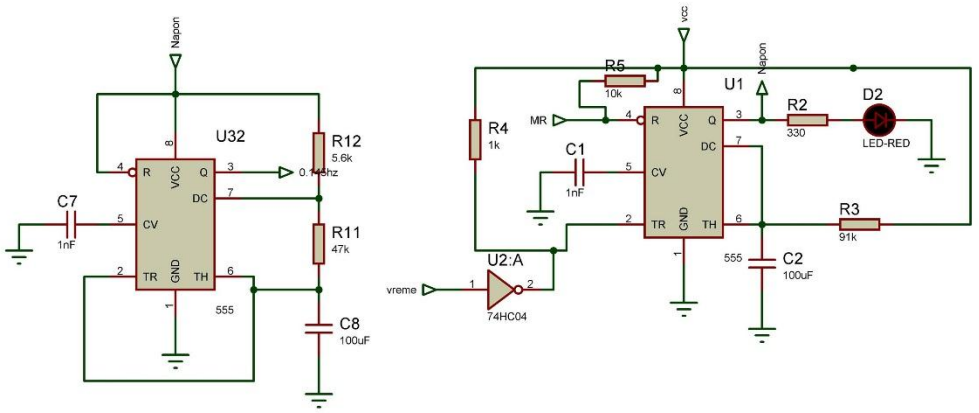
Slika 6: Šema counter trigger-a.



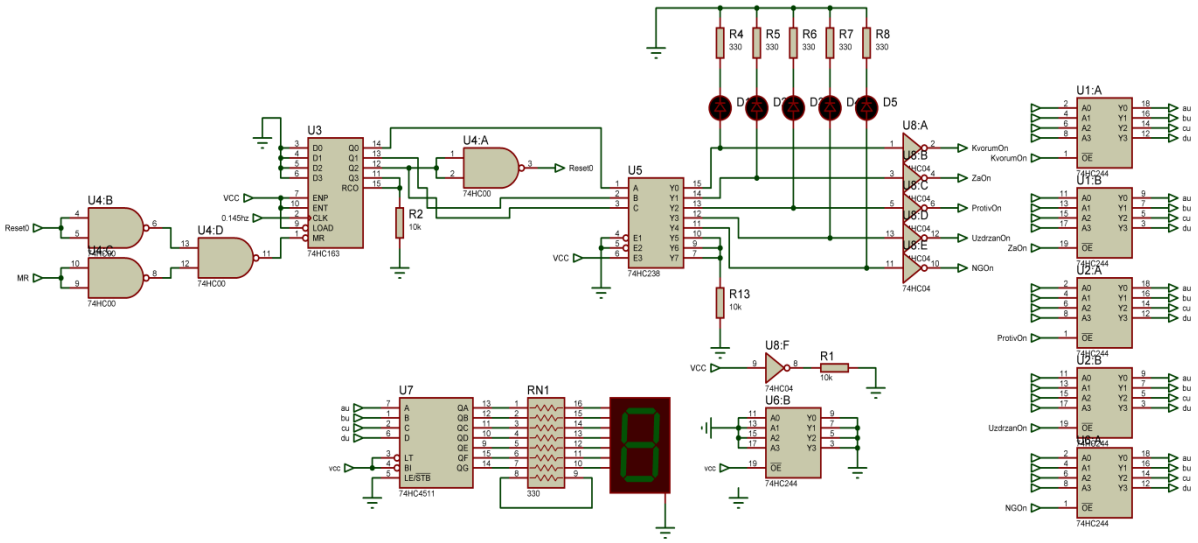
Slika 7: Šema presetovanog bidirekcionog brojača (kvorum).



Slika 4: Šema Džonsonovog brojača sa LED bargrafom.



Slika 8: Šema generatora frekvencije.



Slika 9: Šema prosleđivača informacija na displej.

III. ZAKLJUČAK

Projekat je kompletno realizovan hardverski i zauzima dosta prostora. Implementacijom mikrokontrolera može se optimizovati rešenje projekta, počevši od cene, veličine, složenosti i pouzdanosti sistema. Ovakvo hardversko rešenje je dato kao bi se neposredno uvideo značaj mikrokontrolera u pogledu jednostavnosti, cene, potrošnje energije itd.

IV. ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju doc. dr Danijelu Dankoviću na ideji .

V. LITERATURA

[1] http://www.alldatasheet.com/

Rešavanje testova iz računarstva i informatike korišćenjem web aplikacija

Miljan Jeremić, Dušan Jeremić, Aleksa Krstić

Sadržaj - Razvoj Interneta i Internet tehnologija omogućava nesmetan prelazak sa klasičnog tradicionalnog rešavanje testa i učenja u učionicama na učenje na daljinu i polaganje testova i ispita putem Interneta.
U radu je predstavljen nov princip pristupa u srednjem obrazovanju – polaganje testa na daljinu korišćenjem Interneta. Kao mogućnost ovakvog vida polaganja prikazan je primer.

I. UVOD

Danas je neophodno da se tradicionalno obrazovanje transformiše u nov način obrazovanja, tzv. učenje na daljinu, korišćenjem Interneta [1]. Obrazovanje mora da prati svetske inovacione procese i izbaci nov profil stručnjaka potrebnih za izgradnju informacionog društva. U prvi plan izbija osposobljavanje za samostalan rad, za izbor i pronalaženje informacija, njihovo obrađivanje i upotrebu i to od fakulteta do osnovnih škola.

Postaje jasno da će obrazovni mediji imati prvo mesto u procesu nastave, jer obrazovanje mora da odgovori na promene, da postane efikasno i fleksibilno i da omogući da se u što kraćem vremenu nauči što više. U svetu su obrazovani kadrovi već postali izraz ekonomske moći, tako da se može reći da je ulaganje u obrazovanje rentabilno i povratno.

U vezi s tim je u ovom radu predstavljena samo jedna mogućnost budućeg obrazovanja i to rešavanja testova putem Interneta.

II. POJAM UČENJA NA DALJINU

Učenje na daljinu korišćenjem Interneta jedan je od vidova savremene obrazovne tehnologije koja se organizovano primenjuje u svetu. To je novi vid obrazovanja zasnovan na primeni računarske mreže u koji je Internet uveo najveće i najkorisnije promene.

Obrazovanje na daljinu korišćenjem Internet tehnologija deli se na: sinhrono i asinhrono, odnosno učenje u istom vremenu na različitom mestu (sinhrono) i učenje u različito vreme na različitom mestu (asinhrono).

Kod sinhronog tipa komunikacije povratna veza je trenutna i simultana, odnosno svi korisnici su "na vezi" u isto vreme. Primer za ovaj vid komunikacije su telekonferencije i chat. Asinhrona komunikacija podrazumeva i dozvoljava veću slobodu učesnicima u vidu samostalnog izbora vremena pristupa mreži. Najpopularniji vid asinhrone komunikacije na Internetu su e-mail i razni računarski forumi koji omogućavaju komunikaciju kako između predavača i polaznika tako i između samih učesnika. Svako može da bira najpogodnije vreme za komunikaciju sa drugim osobama. Tako se nastava može pratiti u najpovoljnije vreme koje odgovara korisnicima.

Iz prethodnog se može zaključiti da savremeno obrazovanje ne mora biti određeno ni vremenski, ni prostorno, tj. virtuelno je.

Ovakav način učenja uvažava individualne razlike i dozvoljava sposobnijima i sa većim predznanjem da brže napreduju, omogućavajući brz pristup informacijama i dvosmeran pristup bazama podataka.

Elektronska predavanja i elektronske razmene informacija efikasnije su od kretanja ljudi iz mesta u mesto, odnosno mogu se distribuirati bez promene mesta boravka, tako da na taj način postaje obuka dostupna i za učenike iz malih sredina. Ovakav rad smanjuje troškove i povećava ekonomičnost, jer angažovani predavač može da tumači gradivo za veliki broj učenika.

Nastava se može realizovati kroz predavanja ili dijalogom kroz bogati šematski, slikovni i zvučni doživljaj. Veoma bitna karakteristika je da je omogućena potpuna aktuelnost, jer se potrebne informacije mogu zameniti veoma brzo. Nastavni materijal nalazi se na Web-u i dostupan je virtuelnom svetu komunikacija.

Za potrebe učenja na daljinu neophohno je postaviti Web sajt na kome bi bile sve polaznicima potrebne informacije. Naravno, potpun pristup sajtu i svim relevantnim podacima mogu imati samo registrovani korisnici koji su polaznici kursa. Deo sajta na kome se nalaze obaveštenja je elektronska oglasna tabla koja služi za komunikaciju kako profesora sa polaznicima tako i samih polaznika međusobno. Pored oglasne table najbitniji segment rada su interaktivne diskusione grupe koje mogu biti sinhronog i asinhronog tipa.

Sinhroni tip je on–line pričaonica u kojoj moderator pričaonice, a to je najčešće profesor, zakazuje temu, mesto i vreme diskusije. Polaznici u dogovoreno vreme započinju diskusiju. Moderator usmerava i vodi diskusiju. Sadržaj

Miljan 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

Dušan Jeremić, ing. Elektrotehnike za računarsku tehniku i informatiku na smeru za Internet tehnologije, Srbija, E-mail: jeremic.dusan@gmail.com

Aleksa Krstić, učenik IV razreda Knjaževačke gimnazije prirodno-matematičkog smera, Srbija, E-mail: aleksa.krstic.mail@gmail.com

diskusije se postavlja na Web sajt kako bi bio dostupan za kasniju analizu.

Drugi vid diskusione grupe je asinhronog tipa i ne zahteva prisustvo polaznika na mreži istovremeno. Komunikacija se odvija elektronskom poštom tako što učesnici u raspravi šalju elektronsku poštu ostalim učesnicima.

III. DEFINICIJA PROBLEMA

Problem koji se postavlja u domenu primene je sledeći: razviti aplikaciju koja će omogućiti učeniku da ima mogućnost da rešava pojedine testove u toku školske godine putem računara. Pri tome treba zadovoljiti i sledeće kriterijume:

- rezultat testa treba zapamtiti i proslediti učenikčoj administraciji na obradu,
- smanjiti mogućnost hardverskog otkaza lokalne računarske mreže,
- tokom testiranja onemogućiti bilo kakav vid prepisivanja i
- dobro upoznati učenika sa načinom rešavanja testa i izraditi probne verzije.

Pošto se u toku izvođenja vežbi koristi isti korisnički interfejs, učenik se navikava na sistem, što u procesu zvaničnog testiranja može uticati na smanjenje treme i broja netačnih odgovora.

Problem kod učenja na daljinu je sigurnost. Posebnu pažnja treba obratiti pre svega na: prepisivanje na testovima i sigurnost od neovlašćenih pristupa testovima.

Dok za drugi problem postoje mnoga rešenja, prepisivanje na ispitu je problem ljudske psihe i nije ga moguće rešiti tehnološkim načinom (eventualno kamera koja bi snimala dok se rešava test, no time bi se izgubila suština udaljenog ispitivanja znanja). Zato je potrebno motivisati ispitanika na pošteno rešavanje testa, što je moguće postići dobrim osmišljavanjem samog testa.

Vrednovanje nečijeg znanja obično se predstavlja ocenom. Neki kažu da je ocena vrlo objektivna mera nečijeg uloženog truda i da motiviše učenike da više uče. Čest je slučaj da su učenici nervozni kada dobiju ocenu za koju smatraju da je preniska, a pored sebe vide drugove za koje objektivno znaju da je njihovo znanje manje, ali zbog faktora simpatičnosti, drugovi imaju više ocene. Ocenjivanje iz nekog predmeta vodjeno pomoću računara eliminišu subjektivnu komponentu, te daje pomalo okrutan, ali zato objektivan sud o nečijem trenutnom znanju.

Prednost ovakvog ispitivanja je i mogućnost praćenja kvaliteta test zadataka, tj. može se puno lakše i brže videti po zadacima koji su, kako i koliko rešavani, te se na osnovu tih podataka na sledećem testu mogu promeniti ili izbaciti iz knjige i materijala za pripremu sa nekog bloga ili Moodle sistema. Takođe, prednosti su i ubrzanje sastavljanja testova, ubrzanje ispitivanja, veća tehnička preciznost ocenjivanja, jednostavna i brza analiza rezultata.

IV. TIPOVI ZADATAKA NA TESTU

Kvalitet samog rešavanja kontrolnog zadatka najviše zavisi od onoga ko ga sastavlja. Prilikom sastavljanja potrebno je precizno specificirati područje ispitivanja, vreme potrebno za svaki odgovor ili ukupno vreme pisanja testa i vrstu pitanja koja će biti korišćena za svaki zadatak. U zavisnosti od vrste zadataka, treba se odrediti da li će svi odgovori biti automatski ispravljani, ili će deo ispravljati nastavnik.

Računarom je omogućen unos svih tipova zadataka koji postoje na papiru, ali ne i automatsko ocenjivanje njihove tačnosti. Takođe, treba omogućiti učeniku povratak na prethodno odgovorene ili neodgovorene zadatke, jer se tako povećava uspeh i smanjuje nervoza. Učenik tada ima mogućnost prilagođavanja ispita samom sebi. Ako se definiše vremenski rok za odgovor na pojedinačne zadatke ili na celi ispit, tada se približavanje isteka roka treba prikazati učeniku tako da bude svestan isteka vremena, ali i da se ne ometa u odgovaranju na zadatak.

Sledi nekoliko tipova zadataka na osnovu [2]:

• Istinito/Neistinito (True/False) - Najjednostavniji tip zadataka koji nije preporučljiv za proveru znanja, jer daje 50% mogućnosti za slučajni izbor tačnog odgovora. Kako ispitanici ne bi primenili tzv. odgovaranje na sreću, mogu se postaviti i negativni bodovi za netačan odgovor, pa ispitanik, ako ne zna tačan odgovor, prelazi na sledeći zadatak.

• Višestruki izbor–jedan odgovor (Multiple Choice Single Answer, MCSA) - Kod ovog tipa zadataka ponuđeno je više mogućih odgovora, a postoji samo jedan tačan odgovor. Ovaj tip zadataka se vrlo često koristi, jer daje relativno dobar odnos između traženog znanja i jednostavnosti i brzine odgovaranja.

• Višestruki izbor – višestruki odgovor (Multiple Choice Multiple Answer MCMA) - Ovaj tip zadatka zahteva više tačnih odgovora na postavljeni zadatak i vrlo je čest tip zadataka koji se pojavljuje na ispitima. Poželjno je naglasiti da se traži više tačnih odgovora.

• Umetanje izraza (Fill-in) - Kod ovog tipa zadatka od učenika se zahteva da upiše tekst odgovora. Time se onemogućuje slučajan izbor odgovora. Iako se na prvi pogled čini da je učeniku data veća sloboda izražavanja, nje u stvari nema, jer se prilikom samog ispitivanja tačnosti odgovora traže samo tačni izrazi.

• Višestruko umetanje izraza (Multiple Fill-ins) - Ovaj tip zadatka je sličan prethodnom, s tom razlikom da se sada umesto jednog izraza može uneti više njih. Koristi se kada se žele dobiti svi tačni odgovori na postavljeni zadatak.

V. KRITERIJSKO NORMIRANJE

Da bi se rad učenika mogao proceniti mora se koristiti neka metodologija ocenjivanja. U radu je korišćeno kriterijumsko normiranje. Koriste se fiksne granice ocena, a to znači da se i pre samog testiranja zna tačno koliko će bodova biti potrebno za koju ocenu. Za ovakav način normiranja potrebno je sastaviti pitanja na koja će ispitanik odgovoriti ako je savladao gradivo, a neće odgovoriti ako nije. Pre početka testiranja usvojeni su kriterijumi prikazani u tabeli 1.

TABLE I
ODNOS BODOVA I OCENA

Bodovi	Ocena
0 – 39	1
40 – 55	2
56 – 70	3
71 – 85	4
85 – 100	5

Prednosti ovakvog načina normiranja ocena je jednostavnost implementacije i postavljanje granica koje ispitanici moraju postići. Nedostatak je da se ne uzima u obzir relativni uspeh cele grupe ispitanika.

VI. IMPLEMENTACIJA

Rešenje je realizovano korišćenjem PHP tehnologije i MySQL baze podataka [3]. U bazi je smešteno više od 100 pitanja podeljenih u 10 oblasti. Svaki učenik ima pravo na slučajan izbor oderedjenog broja pitanja.

Pre početka testiranja svaki učenik je u obavezi da se prijavi (slika 1). Prilikom prijave rešavanje testa upisuje se korisničko ime, lozinka [4]. Korisničko ime učenika kreira se tako što se prvom slovu imena doda prezime. Lozinka predstavlja unapred generisani skup cifara i velikih i malih slova s tim da dužina ne bude manja od 7. Da bi se izbegla mogućnost prepisivanja i pregledavanja tuđih radova svaki učenik ima svoju lozinku koju dobija na početku časa.

Nakon što se učenik prijavio počinje rešavanje testa (slika 2). Test se sastoji od određenog broja pitanja slučajno generisanih i traje 45 minuta. Tokom ispita učenik može da ne odgovori na pojedino pitanje, a kasnije se može vratiti i odgovoriti na njega. Tako se omogućuje učeniku da upravlja načinom rešavanje testa, pa se smanjuje pritisak na ispitanika. Nakon uvodnog prijavljivanja sa svojim podacima, otvara se stranica dobrodošlice u Knjaževačkoj gimnaziji.



Slika 1. Prijava učenika/Uspešno kreiranje naloga



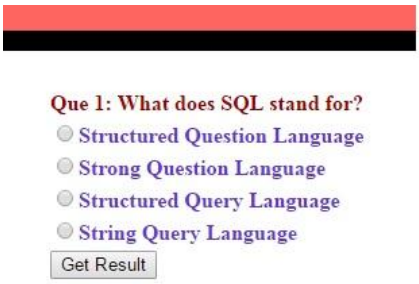
Slika 2. Strana sa prikazom testova i rezultata

Nakon klika na link o izboru ponuđenih testova dobija se spisak svih ponuđenih testova koji učenici mogu da rešavaju na času računarstva i informatike.



Slika 3. Strana za izbor postojećih testova

U svakom trenutku postoji informacija o predmetu, korisničkom imenu, imenu i prezimenu učenika i broju pitanja na koje se odgovara.



Slika 4. Oblik pitanja

Nakon isteka 45 minuta učenici se upozoravaju o isteku vremena i nudi mogućnost izlaska. Ukoliko neko zaboravi ili ne želi da se odjavi, postoji mogućnost automatske odjave nakon 1 minuta od isteka vremena. Time se izbegava mogućnost da neko drugi odgovara umesto onoga ko polaže ispit.

Na slici 3. prikazani su statistički podaci vezani za učenika koji je rešavao test. Pored osnovnih podataka o učeniku daje se ukupan pregled tačnih i netačnih odgovora. Pored broja poena daje se i procenat uspešnosti.

Na kraju se vrši sumiranje ukupnog broja poena i prema tabeli o odnosu ocena i broja bodova daje konačna ocena. Ovime se izbegava subjektivnost ocenjivanja i povećava objektivnost.



Slika 5. Statistički podaci

Na slici 6. je prikazan pregled testa posle njegovog završetka kako bi se učenici upoznali odmah sa tačnim i netačnim odgovorima.



Slika 6. Pregled testa

Na kraju kada se završi rad na testu, administrator može videti i rezultate testova učenika koji su rešavali određeni test u toku časa.

Rezultati:

Test Name	Total Question	Score
basic SQL	10	1
basic SQL	10	1
Knowledge Question	22	2

Slika 7. Pregled rezultata testa

VII. ZAKLJUČAK

U radu je izložen jedan od korišćenih pristupa rešavanja testova u srednjoj školi. Ovaj način rada se mnogo više primenjuje na fakultetima, ali će sigurno i u budućnosti da zaživi i u srednjim školama. Cilj rada bio je praćenje novih standarda učenja i preusmeravanje ka Internetu.

Nedostaci klasičnog učenja i rešavanje testa (subjektivnost ocenjivanja, mogućnost prepisivanja, trema kandidata), mogu se uspešno prevazići korišćenjem prikazane web aplikacije.

ZAHVALNICA

Na kraju ovoga rada autori se zahvaljuju Knjaževačkoj gimnaziji na razumevanju i pružanju potrebne podrške da istrajemo do kraja. Jedan deo autora je zahvalan i profesorima Elektronskog fakultetau Nišu koji su nas naučili da razmišljamo o problemima, i da ih rešavamo na jedan kreativni način, podarili nam dovoljno znanja o programiranju i primeni novih IT tehnologija.

LITERATURA

[1] G. T. Sherron, W. Judith, "*Distance learning: The shift to interactivity*", Boettcher, 2002.
[2] Blake Schwendiman, "*PHP4 Vodič za programere*", Mikro Knjiga, Beograd, 2001
[3] Jay Greenspan, Brad Bulger, "*MySQL/PHP Database Applications*", M&T Books, 2001.
[4] HTML and CSS and PHP. Dostupno na: www.w3schools.com

Modelovanje solarnih ćelija sa fotoosetljivim pigmentom

Stefan Ilić, Nenad Vukmirović

Sadržaj - Solarne ćelije sa fotoosetljivim pigmentom pripadaju trećoj generaciji solarnih ćelija. Glavni deo ovih ćelija predstavlja porozni sloj nanočestičnog anatas titanijum dioksida za koji se vezuje pigment. Vrsta pigmenta, način na koji se vezuje za titanijum dioksid, njegova apsorpcija fotona i drugi efekti utiču na efikasnost ovih ćelija. Pomoću softvera NWChem koji koristi teoriju funkcionala gustine i vremenski zavisnu teoriju funkcionala gustine modelovani su prirodni pigmenti kurkumin i cijanidin koji su vezani za klaster titanijum dioksida. Ispitivana su tri različita modela molekul/klaster, kao i apsorpcioni spektri pojedinačnih molekula kurkumina i cijanidina. Rezultati su pokazali da molekul kurkumina ima veću apsorpciju fotona u vidljivom delu spektra u odnosu na cijanidin. Kada su deprotonovani kurkumin i cijanidin adsorbovani za klaster titanijum dioksida, dobijeni raspored energetskih nivoa ukazuje na veću verovatnoću prelaska elektrona iz molekula u titanijum dioksid u slučaju kurkumina nego u slučaju cijanidina. Na osnovu dobijenih rezultata, zaključili smo da kurkumin ima bolje osobine kao fotoosetljivi pigment što potvrđuje eksperimentalne rezultate.

I. UVOD

U 21. veku solarne ćelije sa fotoosetljivim pigmentom privlače veliko akademsko i industrijsko interesovanje. One omogućavaju direktnu konverziju svetlosti u električnu energiju sa visokom efikasnošću po maloj ceni [1]. Od svog nastanka 1991. godine pa do danas, rutenijumski polipiridilni kompleksi su sa oko 7% dostigli gotovo 12% efikasnosti i oni važe za najefikasnije pigmente. Međutim, pošto ovi pigmenti sadrže teške metale i zagađuju životnu sredinu, jeftiniju i sigurniju alternativu mogu dati prirodni pigmenti. Tu spadaju antocijani, karotenoidi, hlorofili, kurkuminoidi i još mnogi drugi koji se slobodno mogu naći u listovima, cvetovima i plodovima. Eksperimentalno, prirodni pigmenti, su kao fotosetljiva boja u solarnoj ćeliji, dostigli efikasnost od 7% i visoku stabilnost [2]. To je jedan od razloga zašto se treba fokusirati na istraživanje prirodnih pigmenata u ulozi boje.

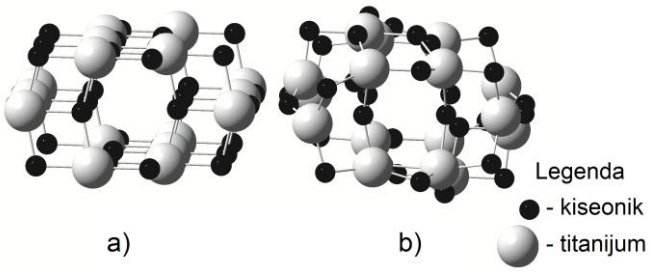
Boja ima ulogu fotoosetljivog sloja koji apsorbuje vidljivu svetlost i ubacuje elektrone u provodnu zonu titan(IV)-oksida, stvarajući na taj način kretanje elektrona tj. struju. Kako pigment ili boja ima važnu ulogu u postizanju visoke efikasnosti ćelije, u ovom radu ćemo obrađivati dve vrste pigmenta: antocijane i kurkuminoide, tj. njihove glavne predstavnike cijanidin i kurkumin. Dosta radova je obrađivalo antocijane kao fotoosetljive pigmente, dok je veoma malo napisanih o kurkuminoidima. Pokazano je da ćelija sa kurkuminom (začin kurkume) daje veću efikasnost od cijanidina (plodovi kupine i maline) [3].

Cilj ovog rada je da se modelovanjem sistema molekul/klaster (molekul koji je vezan za klaster titanijum dioksida), pomoću softvera NWChem koji koristi teoriju funkcionala gustine i vremenski zavisnu teoriju funkcionala gustine, potvrde rezultati dobijeni eksperimentom u prethodnom radu [3].

Kod solarnih ćelija sa fotoosetljivim pigmentom glavna ideja je da se odvoji proces apsorbovanja svetlosti od procesa prikupljanja naelektrisanja, imitirajući prirodni proces prikupljanja svetlosti koji se odvija u fotosintezi, kombinujući fotoosetljivu boju sa poluprovodnikom [4]. Ovo omogućava upotrebu poluprovodnika široke zabranjene zone, gde se najbolje pokazao titanijum dioksid (TiO_2). Ove vrste solarnih ćelija najbliže imitiraju proces fotosinteze. Kako bi ćelija bila što efikasnija potrebno je da se HOMO nivo pigmenta nalazi u zabranjenoj zoni poluprovodinka TiO_2 i da LUMO nivo leži uz provodnu zonu poluprovodnika. HOMO (highest occupied molecular orbital) je skraćenica od najviše popunjene molekulske orbitale, a LUMO (lowest unoccupied molecular orbital) od najniže nepopunjene molekulske orbitale, HOMO i LUMO predstavljaju granice valentne i provodne zone kod organskih molekula, a HOMO-LUMO zona je analogna zabranjenoj zoni kod poluprovodika.

II. MODEL I DETALJI PRORAČUNA

Za model nanočestičnog anatas TiO_2, korišćen je klaster $(TiO_2)_{16}$ dobijen pravilnim "sečenjem" anatas strukture (slika 1). Za pravilno sečenje potrebno je ispuniti tri uslova: da svaki atom titanijuma gradi minimalno četiri veze sa okolnim kiseonicima, da svaki kiseonik gradi minimalno dve veze sa okolnim atomima titanijuma, kao i da odnos broja atoma titanijuma i kiseonika u klasteru bude 1:2 [5]. Nakon optimizacije klastera $(TiO_2)_{16}$ izračunato je da širina zabranjene zone iznosi 4.52 eV.

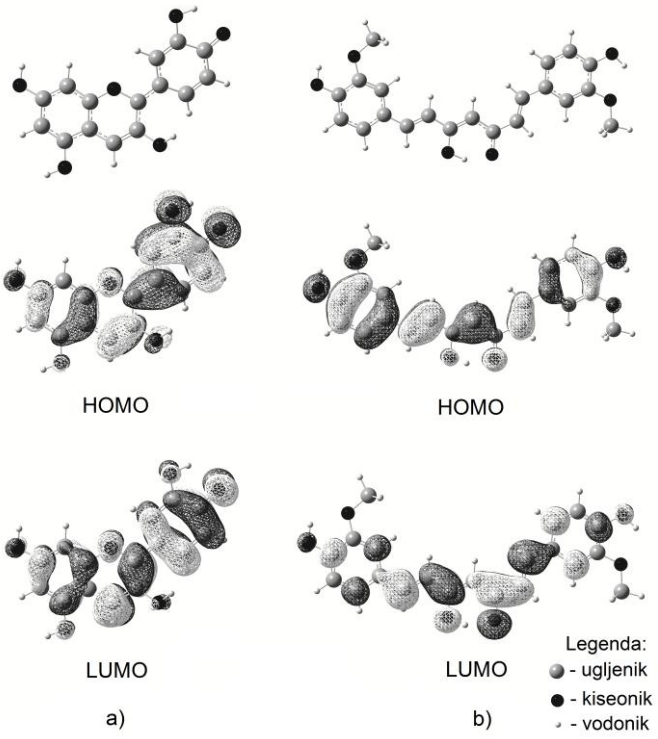


Slika 1. Model anatas (TiO2)16 klastera pre (a) i posle (b) optimizacije.

Stefan Ilić, student druge godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefan.ilic@yahoo.com

dr Nenad Vukmirović, viši naučni saradnik, Laboratorija za primenu računara u nauci, Institut za fiziku, Pregrevica 118, 11080 Zemun-Beograd, E-mail: nenad.vukmirovic@ipb.ac.rs

Za modele molekula koji će se vezati za klaster titanijum dioksida korišćeni su kurkumin i cijanidin prikazani na slici 2.

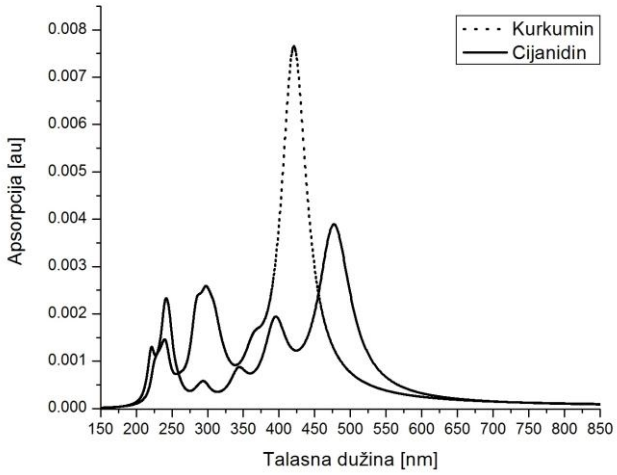


Slika 2. Optimizovane molekulske strukture cijanidina (a) i kurkumina (b), zajedno sa njihovim gustinama naelektrisanja orbitala za HOMO i LUMO nivoe.

Za sve proračune je korišćen javno dostupni softver NWChem [6]. U proračunima pomoću teorije funkcionala gustine i vremenski zavisne teorije funkcionala gustine korišćen je B3LYP funkcional i 6-31G skup bazisnih funkcija. Teorija funkcionala gustine (Density functional theory, skraćeno DFT) predstavlja moćan alat za rešavanje višečestičnih problema u kvantnoj mehanici. Omogućuje da se komplikovana N-elektronska talasna funkcija i njoj pridružena Šredingerova jednačina zamene mnogo jednostavnijim jednoelektronskim jednačinama u kojima figuriše elektronska gustina naelektrisanja. TDDFT (Time-dependent) predstavlja skraćenicu od vremenski zavisne teorije funkcionala gustine.

III. REZULTATI I DISKUSIJA

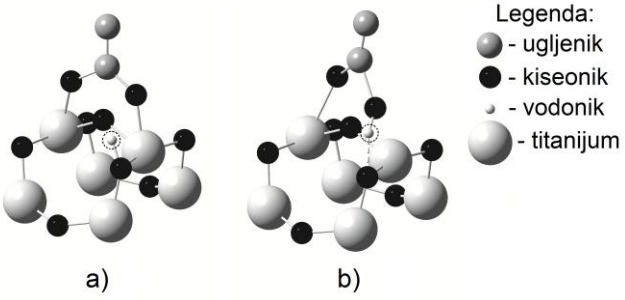
Nakon izvršene optimizacije za molekule cijanidina i kurkumina izračunate su HOMO-LUMO zone koje iznose: za cijanidin 2.43 eV, što je u odličnom poklapanju sa referentnim radom [4], a za kurkumin 3.22 eV. Na osnovu TDDFT izračunati su apsorpcioni spektri za cijanidin i kurkumin (slika 3).



Slika 3. Apsorpcioni spektri cijanidina i kurkumina.

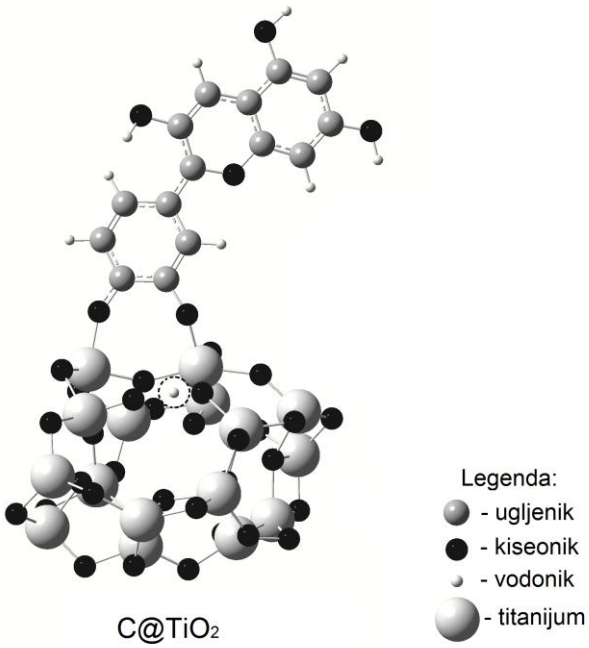
Ovi spektri su u dobrom slaganju sa eksperimentalnim vrednostima [7]. Kurkuma (kurkumin) poseduje širok pik u vidljivom delu spektra koji pokriva oblast 400-500 nm. Apsorpcioni spektri antocijana (cijanidin) imaju pikove na gotovo istim talasnim dužinama, jednim u UV oblasti i drugim u vidljivoj oblasti oko 500 nm. Apsorpcija kurkumina je veća po intenzitetu od cijanidina, što može objasniti veću efikasnost ćelije.

Kada se molekul veže za strukturu titanijum dioksida sa hidroksilnom (*-OH*) ili karboksilnom (*-COOH*) grupom dolazi do deprotonizacije. Deprotonizacija je proces kada molekul izgubi proton i postane negativno naelektrisan. Kod cijanidina i kurkumina prilikom deprotonizacije *H* atom se premešta sa hidroksilne grupe na strukturu TiO_2. Ovaj proces smanjuje energiju sistema. Postoji nekoliko načina za vezivanje molekula za strukturu titanijum dioksida (slika 4) [8]. Na slici 4 pod a) možemo videti da je molekul formirao dvostruku vezu nakon izvršene deprotonizacije, uočavamo da je atom vodonika (zaokružena bela kuglica na slici 4) vezan za kiseonik iz klastera titanijum dioksida. Međutim, molekul se može vezati kao pod b) bez izvršene deprotonizacije ako ima karbonilnu (*-C=O*) grupu. Atom vodonika u tom slučaju može biti vezan vodoničnom vezom za kiseonik iz TiO_2.

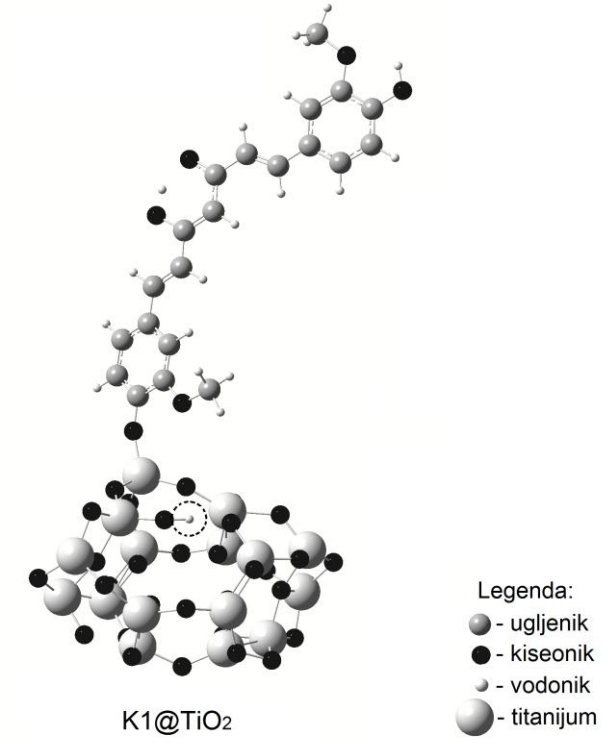


Slika 4. Prikaz regije klastera za koji je vezan pigment dvostrukom vezom (a) i jednostrukom (b). Tačkasti krugovi označavaju pozicije protona.

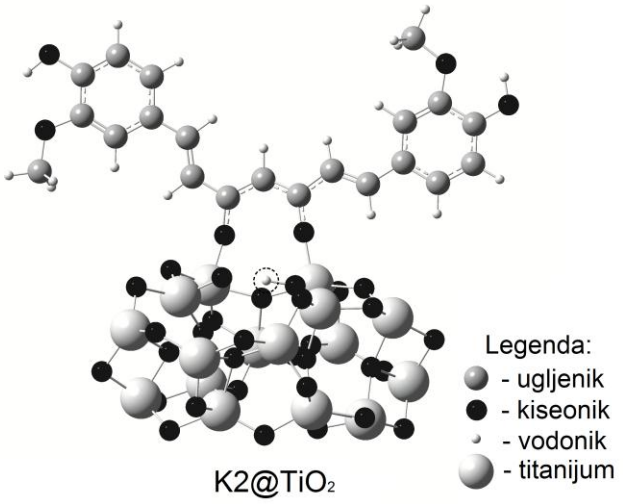
U našem slučaju posmatraćemo tri sistema molekula vezanih za TiO_2. U svakom od njih je izvršena deprotonizacija. Tačkasti krugovi označavaju pozicije protona koji su deprotonizacijom prešli sa molekula na klaster TiO_2 (slika 5, 6 i 7).



Slika 5. Optimizovana geometrijska struktura cijanidina koji je vezan dvostrukom vezom (C@TiO2) za (TiO_2) 16 model.

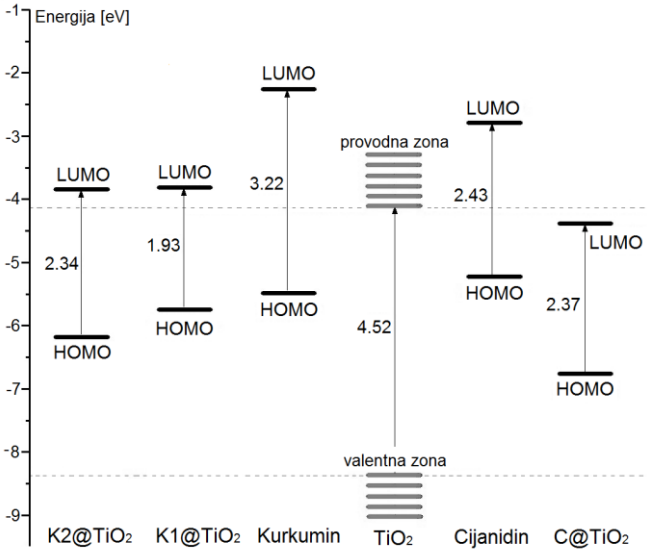


Slika 6. Optimizovana geometrijska struktura kurkumina vezanog jednostrukom vezom ($K1@TiO_2$) za (TiO_2) 16 model.



Slika 7. Optimizovana geometrijska struktura kurkumina vezanog dvostrukom vezom ($K2@TiO_2$) za $(TiO_2)_{16}$ model.

Nakon izvršene optimizacije za tri sistema molekula i klastera izračunate su HOMO-LUMO zone koje iznose: za $C@TiO_2$, $K1@TiO_2$ i $K2@TiO_2$ redom 2.37 eV, 1.93 eV i 2.34 eV. Primećujemo da su se zone smanjile nakon vezivanja molekula za klaster, takođe da kurkumin ima najmanju HOMO-LUMO zonu kada je vezan jednostrukom vezom sa bočne strane za klaster. Na osnovu ovih rezultata je napravljen grafik energija nivoa elektrona u modelima koje smo simulirali (slika 8).

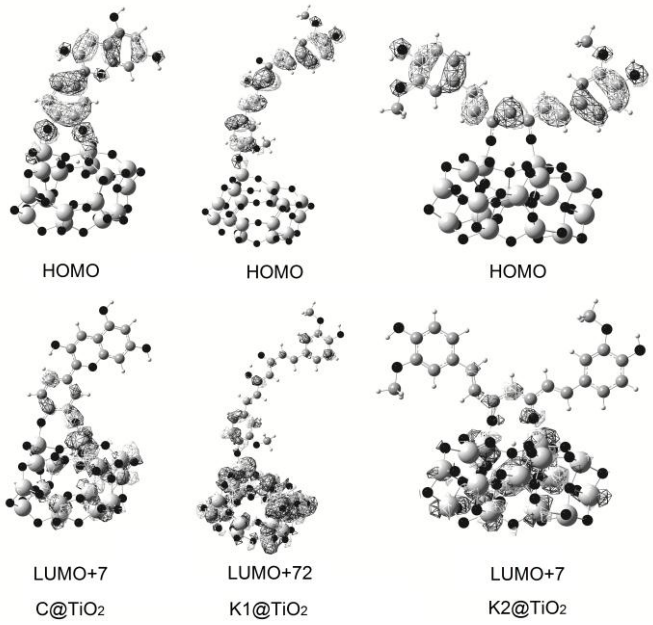


Slika 8. Šematski dijagram energijskih nivoa cijanidina, kurkumina, TiO_2 modela i tri sistema molekul/klaster.

Uočavamo da se HOMO nivoi sva tri sistema molekul/klaster nalaze u procepu TiO_2, dok je LUMO za dva sistema kurkumina blago iznad granice provodne zone, za razliku od LUMO kod sistema cijanidina koji je blago ispod granice provodne zone. Ovaj grafik potvrđuje da će elektroni lakše doći do provodne zone u slučaju sistema sa kurkuminom, jer kada elektron dođe do klastera titanijum

dioksida njemu je potrebno još energije da bi došao i do elektrode, što ukazuje na još jedan razlog zašto je ćelija sa kurkuminom imala veću efikasnost.

Na slici 9 su prikazane orbitale sistema putem gustine naelektrisanja orbitala. HOMO nivoi su lokalizovani na molekulu. Elektroni na LUMO nivou i prvih nekoliko nivoa iznad njega su lokalizovani na klasteru TiO_2.



Slika 9. Optimizovane geometrijske strukture cijanidina koji je vezan dvostrukom vezom za klaster TiO_2 ($C@TiO_2$), kurkumina vezanog jednostrukom vezom ($K1@TiO_2$) i dvostrukom vezom ($K2@TiO_2$) za $(TiO_2)_{16}$ model, zajedno sa njihovim gustinama naelektrisanja orbitala za HOMO i LUMO+7 nivoe za $C@TiO_2$ i $K2@TiO_2$ kao i LUMO+72 za $K1@TiO_2$.

U slučaju $C@TiO_2$ i $K2@TiO_2$ prvi nivo iznad LUMO koji je delokalizovan na celom sistemu molekul/klaster je LUMO+7 (energije -2.859 eV za $C@TiO_2$ i -3.039 eV za $K2@TiO_2$). U slučaju $K1@TiO_2$ prvi takav nivo je na znatno većim energijama (jedan primer takvog nivoa je LUMO+72 na energiji od -0.368 eV). Apsorpcija elektrona iz valentne zone na nivo LUMO+7 vodi direktnoj injekciji elektrona [9,10] u TiO_2, jer je LUMO+7 delokalizovan duž celog sistema. S druge strane, s obzirom da je u $K1@TiO_2$ prvi nivo sa delokalizovanim elektronom na znatno većoj energiji, sledi da su za prelaz iz valentne u provodnu zonu u ovom sistemu potrebni fotoni znatno veće energije kakvih je malo u spektru Sunca.

Kako bi solarna ćelija u kojoj se kurkumin vezuje isključivo kao u $K1@TiO_2$ bila jako neefikasna, a budući da eksperimenti pokazuju solidnu efikasnost ovih ćelija zaključujemo da postoji značajan broj molekula kurkumina koji su se vezali za TiO_2 kao u modelu $K2@TiO_2$.

IV. Zaključak

Modelovanjem apsorpcionih spektara molekula kurkumina i cijanidina uvideli smo da kurkumin ima veću apsorpciju fotona u vidljivom delu elektromagnetnog zračenja. Tri sistema molekul/klaster su pokazali da najmanju HOMO-LUMO zonu ima kurkumin kada je vezan jednostrukom vezom za klaster i da ona iznosi 1.93 eV. Eksperimentom smo ranije pokazali [3] da je kurkuma (glavni predstavnik kurkumin) bolji izvor fotoosetljivog pigmenta nego antocijani (glavni predstavnik cijanidin) i da ćelija sa kurkumom daje veću efikasnost, što je pomoću modelovanja, u ovom radu, potvrđeno. Zaključujemo na osnovu dobijenih rezultata da je kurkumin podobniji pigment od cijanidina za potrebe solarnih ćelija sa fotoosetljivim pigmentom i da treba nastaviti sa istraživanjima u ovom pravcu.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se Istraživačkoj stanici Petnica i Institutu za fiziku u Beogradu, na pruženoj velikoj pomoći i saradnji, takođe i za upotrebu superkompjutera u svrhu ovog rada.

Literatura

[1] B. O'Regan, M. Gratzel, "A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films", *Nature*, vol. 353, pp. 737–740, 1991.

[2] W. M. Campbell, K. W. Jolley, P. Wagner, K. Wagner, P. J. Walsh, K. C. Gordon, L. Schmidt-Mende, M. K. Nazeeruddin, Q. Wang, M. Gratzel, D. L. Officer, "Highly Efficient Porphyrin Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells", *The Journal of Physical Chemistry C*, vol. 111, pp. 11760–11762, 2007.

[3] S. Ilić, D. Aleksić, "Solarne ćelije sa fotoosetljivim pigmentom", *IEEESTEC – 8th Student Projects Conference*, vol. 8, pp. 55-58, 2015.

[4] S. Meng, J. Ren, E. Kaxiras, "Natural Dyes Adsorbed on TiO_2 Nanowire for Photovoltaic Applications: Enhanced Light Absorption and Ultrafast Electron Injection", *Nano Letters*, vol. 8, no. 10, pp. 3266-3272, 2008.

[5] P. Persson, J. C. M. Gebhardt, S. Lunell, "The Smallest Possible Nanocrystals of Semiionic Oxides", *The Journal of Physical Chemistry B*, vol. 107, pp. 3336-3339, 2003.

[6] M. Valiev, et al., " NWChem: a comprehensive and scalable open-source solution for large scale molecular simulations", *Computer Physics Communications*, vol. 181, pp. 1477-1489, 2010.

[7] I. Đorđević, S. Ilić, "Primena različitih prirodnih pigmenata kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama", *Petničke sveske*, vol. 73, pp. 96-105, 2014.

[8] E. Ronca, M. Pastore, L. Belpassi, F. Tarantelli, F. De Angelis, " Influence of the dye molecular structure on the TiO_2 conduction band in dye-sensitized solar cells: disentangling charge transfer and electrostatic effects", *Energy & Environmental Science*, vol. 6, pp. 183, 2013.

[9] D. Rocca, R. Gebauer, F. De Angelis, M. Nazeeruddin, S. Baroni, "Time-dependent density functional theory study of squaraine dye-sensitized solar cells", *Chemical Physics Letters*, vol. 475, pp. 49-53, 2009.

[10] F. De Angelis, "Direct vs. indirect injection mechanisms in perylene dye-sensitized solar cells: A DFT/TDDFT investigation", *Chemical Physics Letters*, vol. 493, pp. 323-327, 2010.

Razvojno okruženje za realizaciju laboratorijskih vežbi iz digitalne mikroelektronike

Nikola Radisavljević, Milan Stojanović

Sadržaj- U ovom radu predstavljeno je razvojno okruženje za realizaciju laboratorijskih vežbi iz digitalne mikroelektronike. Okruženje je projektovano u programu *Altium designer 10*, [1] i cilj okruženja je da olakša rad, tako što omogućuje jednostavnije povezivanje komponenti i značajno skrati vreme potrebno za realizaciju pomenutih vežbi.

I. UVOD

Veliki značaj za razumevanje i učenje digitalne mikroelektronike imaju laboratorijske vezbe. Iako su samo pokaznog karaktera, njihovom realizacijom studenti se osposobljavaju da samostalno realizuju složene električne šeme, a kasnije i da sami naprave neki elektronski uređaj. Digitalna integrisana kola koja se koriste u ovim vežbama se pakuju u DIP (*Dual in-line package*) kućišta. Zbog velike gustine pakovanja, samim tim i velikog broja izvoda integrisanih kola (*do 20*), potreban je veliki broj provodnika za njihovo povezivanje. Pri povezivanju ovakvih kola, često se dešavaju greške koje se teško otklanjaju, prvenstveno zato sto se teško uočavaju. Ovaj problem se može prevazići realizacijom razvojnog okruženja koje sadrži veliki broj integrisanih komponenata i kola.

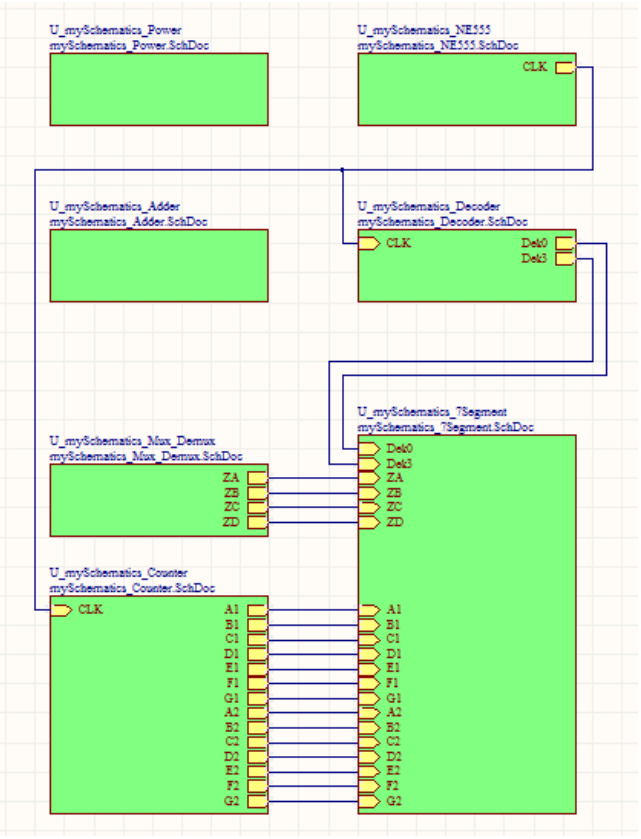
II. REALIZACIJA RAZVOJNOG OKRUŽENJA

Primarni zadatak ovog okruženja je smanjenje vremena potrebnog za realizaciju vežbi. Celokupna ploča je osmišljena tako da umesto samih integrisanih kola sadrži odgovarajuća kućišta u koja se po potrebi stavlja odredjena komponenta (*integrisano kolo*). Na štampanoj ploči između kućišta postoje električne veze, tako da nema potrebe za dodatnim eksternim provodnicima, što znači da korisnici treba da odaberu i povežu samo integrisano kolo. Pored uštede vremena, provodnici su kraći, tako da je neželjeno kašnjenje signala svedeno na minimum. Takođe, nema ni preklapanja provodnika, pa je samim tim nivo šuma znatno manji nego kod klasične ralizacije vežbi.

Nikola Radisavljević, student na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,
E-mail: nikola.radisavljevic@elfak.rs
Milan Stojanović, student na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,
E-mail: milanstojanovic@elfak.rs

A. *Princip rada*

Celokupno razvojno okruženje sastoji se od nekoliko blokova, prikazanih na slici 1. Svaki blok za sebe predstavlja funkcionalnu celinu. Uz to su pojedini blokovi povezani u manje celine, a po potrebi se mogu povezivati u veće celine.



Slika 1. Blok šema razvojnog okruženja

Blok *Power* predstavlja sekciju linearnog izvora napajanja. Ima ulogu da obezbedi konstantnu vrednost napona kako bi komponente i integrisana kola radili stabilno. Celo okruženje, odnosno ulaz bloka za napajanje se priključuje na 12V [2]. Na izlazu ovog bloka mogu se koristiti vrednosti od 5V i 9V. Obe ove vrednosti napajanja se dovode do većine podnožja na ploči, gde se *jumper*-om može izabrati jedna od ove dve vrednosti, na koju će integrisano kolo po stavljanju na podnožje biti priključeno.

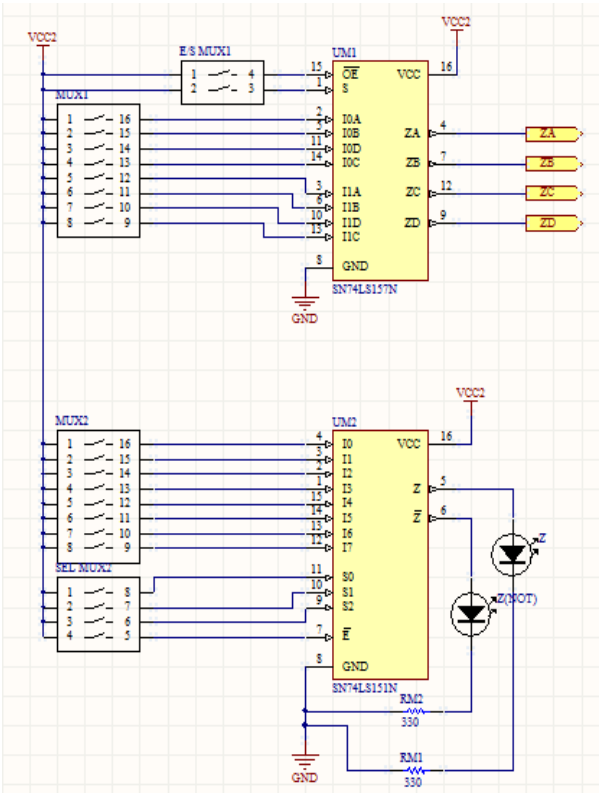
Blok koji takođe ima ulogu da obezbedi stabilan rad digitalnih kola je *Clock*. Ovaj blok sastoji se NE555 kola i

kondenzatora i otpornika određene vrednosti [3]. Ova celina stvara impulse stabilne frekvencije koji se koriste kao taktni signal u određenim blokovima okruženja. Prespajanjem *jumper*-a može se odabrati frekvencija od 0.5Hz, 1Hz ili 2Hz. Pored ovih vrednosti u ovom bloku postoji mogućnost za priključivanje eksterne frekvencije proizvoljne vrednosti.

Demonstacija rada sabirača može se prikazati blokom *Adder*. Ova celina sastoji se od dva 4-bitna sabirača koji po mogu koristiti odvojeno ili se mogu povezati u 8-bitni sabirač [4]. U oba slučaja rezultat sabiranja prikazuje se LE diodama uzimajući u obzir i bit prenosa. U ovom bloku postoji 6 dioda koje nisu povezane na sabirače već se preko trnova mogu po potrebi koristiti u kombinaciji sa bilo kojim drugim blokom.

Blok dekodera (*Decoder*) sadrži dva 2/4 dekodera od kojih se jedan koristi za demonstraciju rada samog kola (na izlazu su postavljenji trnovi), a drugi se koristi kao deo laboratorijske vežbe koja obuhvata više blokova. Ulazi dekodera mogu se kontrolisati prekidačem ili signalom iz bloka za radnu frekvenciju.

Multiplexer je blok koji sadrži dva multipleksera čiji se ulazi kontrolišu prekidačima (slika 2.). Prvi je 8/1, na čijem izlazu su povezane diode i koristi se za demonstraciju rada ovog integrisanog kola. Drugi je 8/4, čiji se izlazi koriste za realizaciju vežbe koja obuhvata više blokova.



Slika 2. Električna šema bloka multiplexer

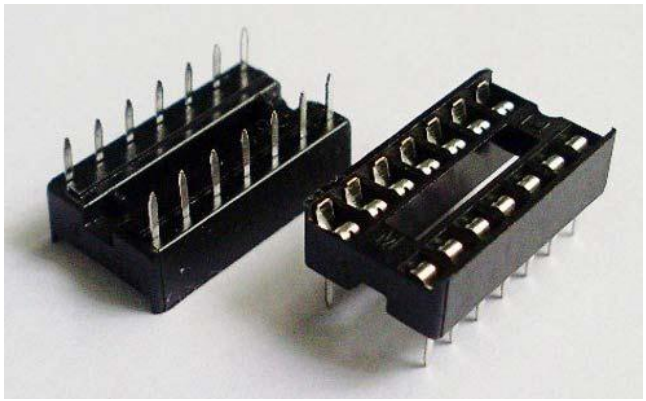
U bloku *Counter* nalaze se dva dekadna brojača od kojih se može koristiti samo jedan (counter1) ili oba. Korišćenjem jednog brojača na displeju se prikazuju brojevi od 0-9. Spajanjem oba brojača (*jumper* Wc) na dva dipleja se ispisuju brojevi do 0-99. Za prvi brojač (brojač jedinica) dovodi se taktni signal kao pobudni impuls, a pobudni impuls drugog brojača generiše prvi brojač.

Blok za prikaz rezultata sastoji se od četiri celine *(BCD/7 Segment decoder, Buffer, Resistor network, LED display*). Ove četiri celine povezane su u jedan funkcionalan blok koji sadrži: pet displeja, pet otpornih mreža (jedna za svaki displej), dva bafera i dva BCD/7-segmentna konvertera. Dva displeja se koriste za vezivanje na izlaze dekadnih brojača. Jedan displej i jedan konverter se koristi nezavisno, za demonstraciju rada ova dva kola ili se po potrebi mogu povezati sa ostalim kolima. Preostala dva displeja, uz bafere i jedan konverter koriste se za realizaciju vežbe koja obuhvata više blokova.

Pored navenih blokova, koji imaju određenu funkcionalnost, značajnu ulogu ima proto-ploča. Veličina proto-ploče je 8,5cm X 5,5cm. Ova veličina je sasvim dovoljna za par komponenata ukoliko su korisniku neophodne da realizuje neku vežbu koja nije potpuno obuhvaćena ovim okruženjem.

B. Korišćene komponente

Sve komponente i integrisana kola koje su korišćene pri projektovanju ovog razvojnog okruženja birane su tako da zadovolje određene kriterijume. Pre svega najbitnije su električne karakteristike, na osnovu kojih je i projektovano celo okruženje, kao što je napon napajanja npr. Takodje bitan kriterijum je bio pristupačna cena i dostupnost na tržištu kako bi bilo moguće i praktično realizovati okruženje. Većina komponenata je "*thru hole*" tipa [5]. Sva digitalna integrisana kola, koja su ujedno i najvažniji delovi ovog okruženja, se prilikom korišćenja stavljaju na podnožja (*holders*), kako bi se mogla skidati sa ploče kada se ne koriste (slika 3). Pored toga na isto podnožje se mogu staviti kola iste namene različitog proizvođača.


Slika 3. Izgled integrisanog kola sa podnožjem

Manji broj korišćenih komponenata su SMD tipa (*source mounted devices*), i to su uglavnom otpornici i kondenzatori.

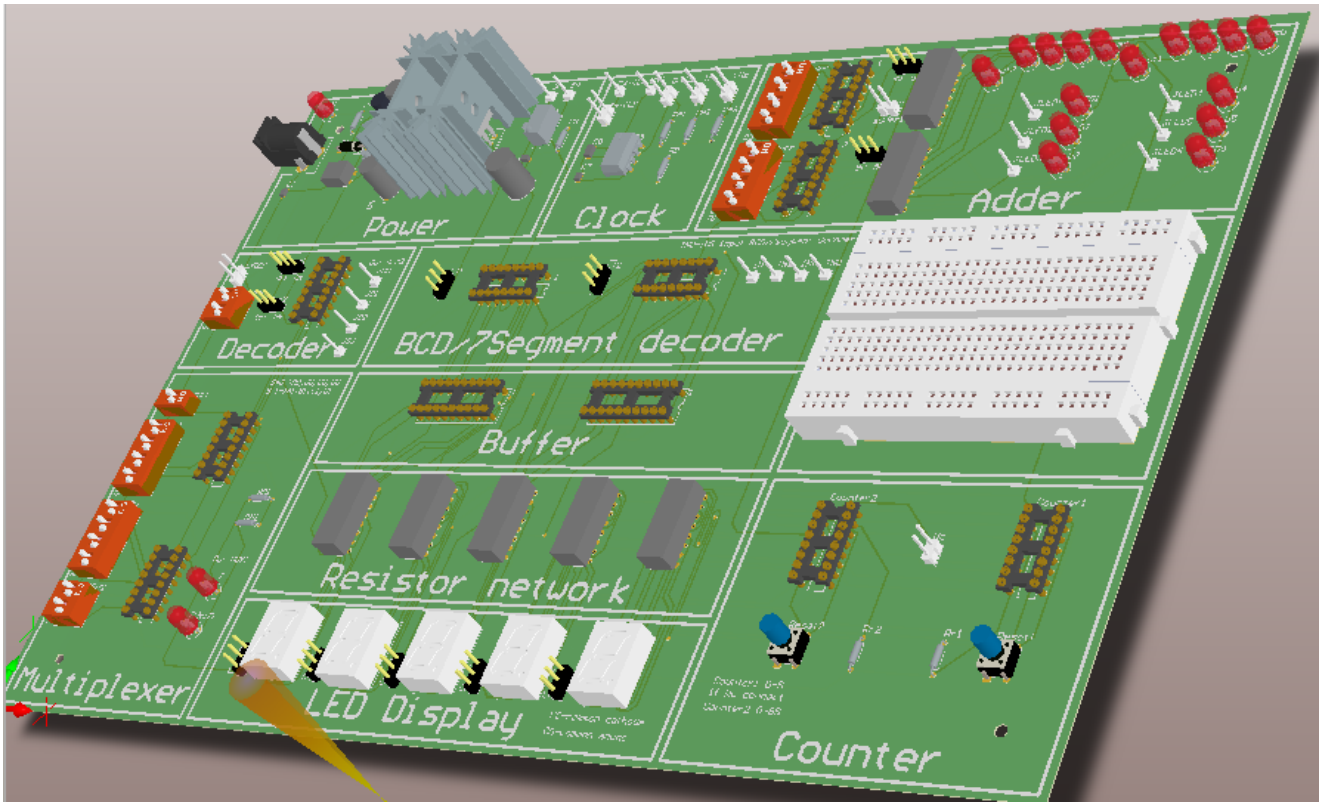
Celokupna električna šema rađena je tako da razvojno okruženje funkcioniše ako se na podnožja ubace sledeće komponente:

- Blok adder-74LS283
- Blok decoder-74LS139
- Blok multiplexer-74LS151, 74LS157
- Blok za prikaz-74LS47 (BCD/7Segment), 74LS241 (buffer)
- Blok counter-CD4026B

Uz minimalne premene na ploči. npr. promenom položaja nekoliko *jumper*-a, na podnožja se mogu stavljati druga integrisana kola koja imaju istu funkciju, a razlikuju se od navedenih.

C. Štampana ploča

Ovo okruženje projektovano je imajući u vidu laboratorijske vežbe koje se rade o okviru kursa Digitalna mikroelektronika [6], u šestom semestru, na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, na Elektronskom fakultetu u Nišu - tako da se na okruženju prvenstveno mogu odraditi vežbe obuhvaćene kursom. Pored toga postoji mogućnost za realizaciju i mnogih drugih vežbi u zavisnosti od potreba korisnika. Nakon realizovane električne šeme, komponente su prebačene na ploču i pronađeni su svi potrebni 3D modeli komponenata. Raspoređivanjem komponenata i njihovim povezivanjem završeno je projektovanje razvojnog okruženja (slika 4.).
.



Slika 4. Trodimenzionalni izgled okruženja

D. Primer laboratorijske vežbe

Jedna od vežbi koja može da se realizuje na razvojnom okruženju, predstavlja demonstraciju rada eksternog brojača. Za ovu vežbu koristi se nekoliko blokova na ploči. Integrisano kolo brojača stavlja se na proto-ploču, pri čemu brojač može imati proizvoljnu sekvencu. Nakon toga se signal sa izlaza brojača dovodi na ulazne trnove 7-segmentnog dekodera. Signal sa dekodera se preko otporne mreže prosleđuje na segmosegmentni displej, koji prikazuje trenutno stanje brojača. U zavisnosti od korišćenog displeja (zajednička katoda ili zajednička anoda), potrebno je postaviti *jumper* u odgovarajući položaj. Brojač se napaja sa jednog od izlaznih trnova bloka *power*, a vreme između promene stanja brojača je određeno odabranom radnom frekvencijom iz bloka *clock*.

III. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega priloženog, može se videti da je ovo razvojno okruženje praktično i lako dostupno za upotrebu korisnicima. Ono što je bio glavni cilj, a to je ušteda vremena, takođe je postignuto. Zahvaljući tome pri realizaciji nekoliko razlicitih vežbi potrebno je samo zameniti par integrisanih kola i nekoliko *jamper*-a. Na taj način je i mogućnost greške svedena na minimum. Naravno, pre korišćenja ovog okruženja, studenti moraju imati određeni nivo znanja o svim kolima koje koriste, a i poželjno je znati samostalno uraditi vežbe pa onda koristiti okruženje. Takođe okruženje može biti od velike koristi pri izradi nekog projekta, kada je potrebno u što kraćem vremenskom roku dobiti rezultate.

Potebno je izraditi GERBER fajlove i poslati ih na fabrikaciju kako bi projektovano okruženje bilo i praktično realizovano i spremno za upotrebu.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan u okviru timskog projekta u VI-om semestru na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi. Autori se zahvaljuju doc. dr Danijelu Dankoviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta i pisanju rada.

LITERATURA

[1] http://www.altium.com/altium-designer/overview.
[2] Introduction to power supplies, Application note, National Semiconductor, 2002, AN-556. [Online]. Available www.national.com
[3] http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf
[4] Thomas L Floyd, "*Digital Fundamentals*", Pearson International Edition, pp. 304-340, New Jersey, 2006.
[5] Stojan Ristić, "*Elektronske komponente*", Elektronski fakultet Niš, pp.9-10, 2011
[6] http://mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs/digitalna/index_sr.php.

Razvoj i realizacija prototipa učila za demonstraciju rada punotalasnog ispravljača

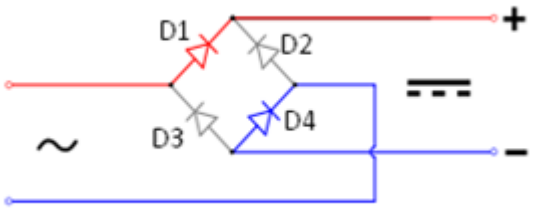
Jana Vračar

Sadržaj - U ovom radu je realizovan prototip uređaja koji vizuelno simulira primenu punotalasnog ispravljača (Grecovog spoja). Cilj izrade ovakvog uređaja je da bi se, nakon konačne realizacije, upotrebio kao pomagalo za razumevanje rada punotalasnog ispravljača na časovima gde se studenti sreću sa ovakvom materijom. Za rad je upotrebljen mikrokontroler PIC18F45K22 koji je implementiran na raster ploču zajedno sa ostatkom kola. Projektovanje i simulacija električne šeme je izvršena pomoću softvera Proteus, dok je za programiranje mikrokontrolera iskorišćen softverski paket Proton IDE.

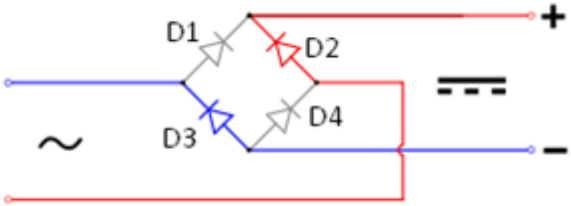
I. PUNOTALASNI ISPRAVLJAČ

Punotalasni ispravljač (Grecov spoj) predstavlja povezivanje četiri diode ili tiristora u kolo na čijem se izlazu dobija jednosmeran napon bez obzira kakav je doveden na ulazu. Najčešće se koristi kod ispravljača za pretvaranje naizmeničnog napona u jednosmerni, a omogućava punotalasno ispravljanje naizmeničnog napona. U pozitivnoj poluperiodi, levi priključak mosta je na višem potencijalu od priključka na desnom kraju mosta (Slika 1). Dioda D1 je direktno polarisana i provodi struju, dok je dioda D3 inverzno polarisana i kroz nju nema proticanja struje. Dioda D2 je inverzno polarisana i kroz nju takođe nema proticanja struje. Dioda D4 je direktno polarisana i kroz nju protiče struja. U negativnoj poluperiodi, levi priključak mosta je na nižem potencijalu od priključka na desnom kraju mosta (Slika 2). U ovom slučaju dioda D2 je direktno polarisana i provodi struju, dok je dioda D4 inverzno polarisana i kroz nju nema proticanja struje. Dioda D1 je inverzno polarisana i kroz nju takođe nema proticanja struje. Dioda D3 je direktvno polarisana i kroz nju protiče struja. Rezultat je da se obe poluperiode ulaznog napona pojavljuju kao ispravljene na izlazu. Dobijeni izlazni napon je ispravljen samo po pitanju znaka, ali se on i dalje menja u vremenu. Da bi se pretvorio u jednosmerni napon konstantne amplitude, na izlaz punotalasnog ispravljača dodaje se kondenzator [1]. Dok napon na izlazu ispravljača raste, on puni kondenzator i istovremeno isporučuje struju opterećenju. Nakon četvrtine periode, kada napon ispravljača dostigne maksimalnu vrednost, kondenzator je napunjen do maksimalne vrednosti. Nakon ovoga, napon na ispravljaču počinje da opada. To izaziva pražnjenje kondenzatora kroz opterećenje. Ako je kapacitivnost kondenzatora dovoljno velika, kondenzator će se sporije prazniti nego što opada napon na ispravljaču. Tako potrošač dobija napajanje sa manjim „talasanjem“ signala. Ukoliko je kapacitivnost kondenzatora veća to će „talasanje“ napona biti manje.

Jana Vračar je student master studija na modulu Elektronika i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: jana.359@hotmail.com



Slika 1 Proticanje struje u pozitivnoj poluperiodi

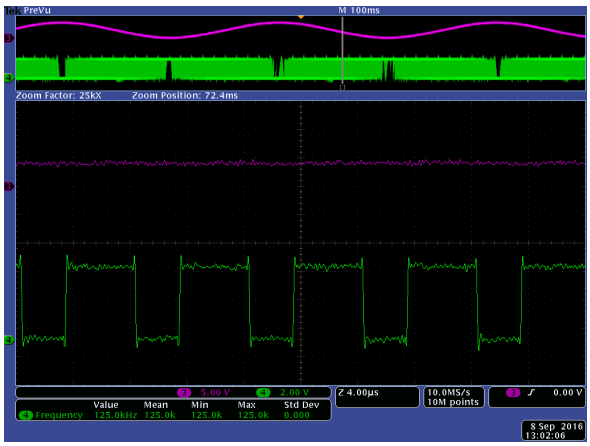


Slika 2 Proticanje struje u negativnoj poluperiodi

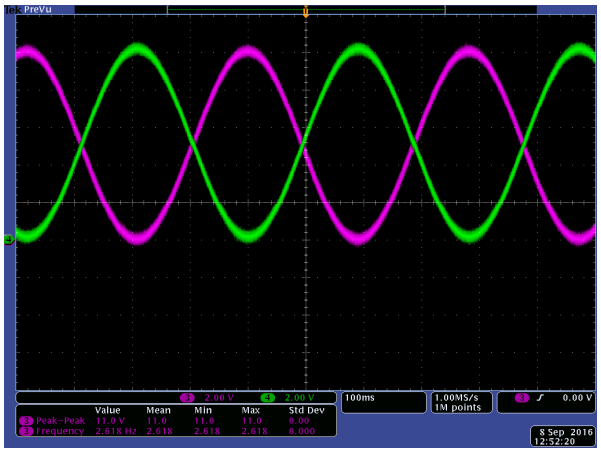
II. DIREKTNA DIGITALNA SINTEZA

Za realizaciju uređaja potrebno je da se generišu sinusni signali koji će predstavljati naizmeničnu struju. To je omogućeno pomoću direktne digitalne sinteze (DDS). Direktna digitalna sinteza je tehnika korišćenja digitalnih procesnih blokova podataka u svrhu generisanja frekvencijski i fazno promenljivog izlaznog signala pomoću jednog referentnog takta frekvencije. Postoje tri glavna bloka koja čine DDS: referentni takt, fazni akumulator i lookup tabela koja je implementirana u ROM memoriji. Referentni takt se koristi da generiše određenu frekvenciju, ažurira vrednost faznog akumulatora i da podstakne D/A konverziju. Za generisanje signala precizne frekvencije fazni akumulator koristi od 24 do 48 bita koji određuju za koliko će se semplova preskočiti u talasnoj memoriji. Ovaj akumulator sadrži i sabirač koji dodaje fazni korak akumulatoru i upisuje ga u fazni registar [2]. Ovakva dobijena vrednost predstavlja memorijsku adresu, tj. određenu tačku koja se nalazi u lookup tabeli. Lookup tabela sadrži upisane digitalne vrednosti odmeraka

sinusoide na intervalu jednog perioda. Čitanjem svih odmeraka iz memorije u sekvenci, frekvencijom odmeravanja i slanjem na D/A konvertor, dobija se sinusoida. U ovom radu generisane su dve sinusoide, jedna fazno pomerena za 90°, kako bi naizmenično davale signale. Ovakvi signali predstavljaju potrebnu naizmeničnu struju koja je potrebna za rad punotalasnog ispravljača. Kao što je napomenuto, moguće je generisati jedan signal za jednu referentnu frekvenciju. Mikrokontroler sadrži dva PWM izlaza, tako da je moguće generisati dva sinusna signala. Nakon što su generisani signali, oni pokreću rad dioda u Grecovom spoju i na potrošaču. S obzirom da je potreban analogni signal kako bi se dobio odgovarajući sinusni, pomoću mikrokontrolera je to moguće na osnovu impulsno širinske modulacije (Pulse Width Modulation). Signal menja svoje vrednosti na osnovu ispunjenosti signala, tj. na osnovu koliki je deo signala na logičkoj 1, odnosno logičkoj 0. U ovom radu postavljena je referentna frekvencija od 125 kHz (Slika 3). Nakon postavljanja referentne frekvencije u programu Proton IDE se piše i kompajlira kod za sintezu sinusnih signala. Pisanje koda se izvršava u blokovima i omogućeno je brzo vršenje korekcije koda i "nameštanje" željene vrednosti signala (Slika 4).



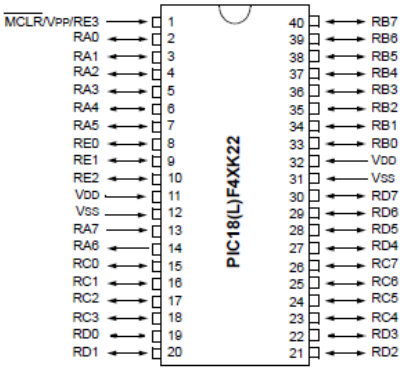
Slika 3 Prikaz referentnog signala pre DDS-a [3]



Slika 4 Generisani sinusni signali nakon DDS-a [3]

III. MIKROKONTROLER PIC18F45K22

Mikorkontroler PIC 18F45K22 ima prednost nad ostalim u tome što poseduje niz funkcija koje mogu značajno da smanje potrošnju energije tokom rada. Poseduje alternativni režim rada, gde takt mikrokontrolera potiče od izvora tajmera1 ili internog oscilatora, što može da smanji potrošnju energije tokom izvršenja koda i do 90%. Takođe, ovaj mikrkontroler sadrži deset različitih tipova oscilatora koji omogućavaju korisnicima širok raspon izbora pri razvoju aplikacija. Tipovi oscilatora koje 18F45K22 podržava jesu četiri tipa kristalnih oscilatora koristeći kristalne ili keramičke otpornike, dva eksterna klok režima, dva eksterna RC oscilatora, interni oscilatorni blok koji sadrži 16 MHz HFINTOSC oscilator i 31 kHz LFINTOSC oscilator i PLL frekvencijski multiplikator. Poseduje visoku memorijsku izdržljivost, flash ćelije za programsku memoriju i EEPROM koje mogu da izdrže više hiljada E/W ciklusa i do 10 hiljada za programsku memoriju, a 100 hiljada za EEPROM. Za ovaj mikrokontroler omogućen je Auto-Shutdown, Auto-Restart i upravljanje output pinovima za čiju selekciju može da se kontrolišu i do četiri outputa kako bi se omogućio PWM signal. Mikrokontroler komunicira sa računarom preko RS-232 serijskog porta. Takođe poseduje 10 bitni A/D konverotr i prošireni watchdog tajmer (WDT). Programska memorija ima 32768 bajta, od kojih je 16384 bajta odvojeno za programske instrukcije. Što se tiče hardverskog dela mikrokontrolera, poseduje 40 pinova i pet portova (A, B, C, D i E). Tip kućišta je PDIP [4].



Slika 5 Izgled mikrokontrolera PIC18F45K22

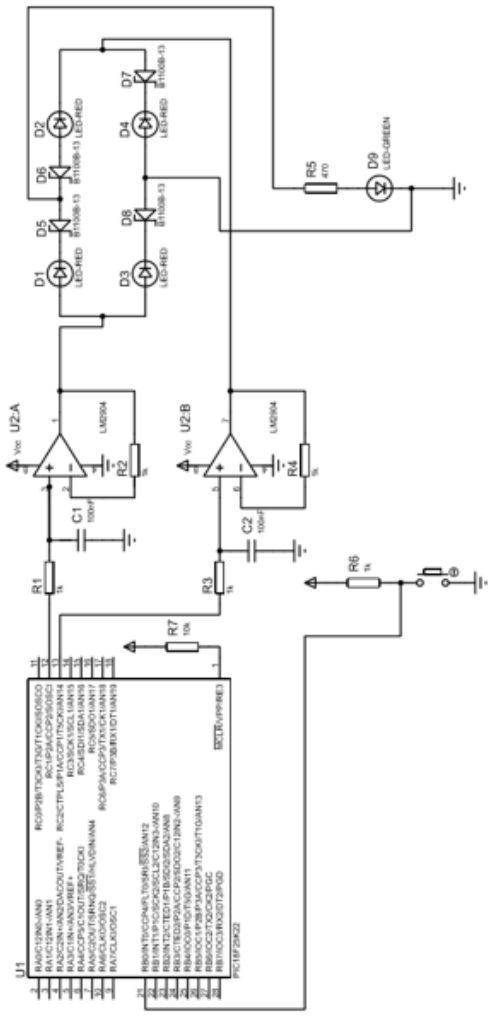
IV. REALIZACIJA UREĐAJA

Da bi kolo počelo da radi, potrebno je da se generišu sinusni signali. To se izvršava softverski u Proton IDE softveru. U kodu programa su sadržani blokovi za generisanje signala digitalnom sintezom, kao i blok za menjanje frekvencija pritiskom na dugme. Kada se signali generišu, oni se pojačaju pomoću operacionog pojačavača LM2904N (Slika 6). Ovo pojačanje signala je potrebno zbog toga što je napon na izlazu iz mikrokontrolera 5 V, a da bi kolo radilo, potreban je napon od barem 10 V.

Pomoću formule za izračunavanje izlaznog signala neinvertujućeg pojačanja

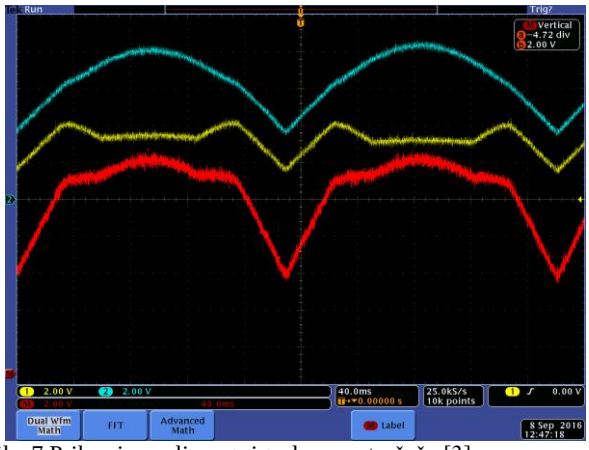
$$v_{out} = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \cdot v_{in},$$

gde je v_{in} ulazni napon, v_{out} izlazni napon, a R_1 i R_2 vrednost otpornosti, određene su otpornosti od 1 kΩ. Na neinvertujući ulaz operacionog pojačavača dodato je jedno RC kolo koje predstavlja zaštitu pojačavača od neželjenih pikova signala.



Slika 6 Električna šema uređaja

U delu električne šeme gde se nalazi Grecov spoj dodate su Šotkijeve diode kako bi se kolo zaštitilo od suprotne polarizacije. Kao potrošač je postavljena jedna dioda koja se uključuje i isključuje pri promeni ispravljenog signala i tako indicira ispravljeni talas iz izlaska iz Grecovog spoja. Za rezultat dobija se kolo gde će se dve diode uključivati tokom jedne poluperiode, druge dve tokom druge poluperiode, a dioda koja predstavlja potrošač će se uključivati tokom svake poluperiode i pokazivati da je signal ispravljen u svakoj poluperiodi. Ovakvom realizacijom rada, omogućava se jednostavnije razumevanje rada punotalasnog ispravljača, a takođe je moguće videti ispravljanje signala pomoću osciloskopa (Slika 7).



Slika 7 Prikaz ispravljenog signala na potrošaču [3]

ZAKLJUČAK

Sam uređaj je moguće unaprediti na više načina. Radi bolje optimizacije i lakšeg korišćenja, moguće je dodati ulaz za adapter na pločicu, te se omogućava prenosivost uređaja i njegovo korišćenje bez generatora signala. Ovim bi se omogućilo korišćenje uređaja ne samo u laboratorijama, već i u učionicama koje nemaju potrebnu opremu. Takođe, umesto jedne diode koja se nalazi na mestu potrošača, moguće je dodati kolo sa LED diodama koje će igrati ulogu voltmetra. Na ovaj način biće vizuelno prikazan izlazni napon, tako što će se niz dioda uključivati i isključivati, koji se menja u zavisnosti od izlaznog signala Grecovog spoja. Takođe, moguće je dodavanje jednog LCD displeja koji brojčano prikazuje vrednosti izlaznog napona. Umesto LED diode koja reaguje na izlazni napon iz Grecovog spoja, može se dodati mesto gde je moguće menjati kondezatore, i na osciloskopu posmatrati „peglanje“ izlaznog signala.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se mentoru prof. dr Aneti Prijić i doc. dr Ljubomiru Vračaru na adekvatnoj stručnoj pomoći pri izradi rada.

LITERATURA

[1] Z. Prijić, A. Prijić, Uvod u poluprovodničke komponente i njihovu primenu, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet Niš, 2014.
[2] Understanding Direct Digital Synthesis (DDS), National Instruments, http://www.johnloomis.org/digitallab/audio/audio3/tut_dds.pdf
[3] Tektronix DPO 4034 Digital Phosphor Oscilloscope
[4] PIC18(L)F2X/4XK22 Data Sheet, Microchip: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41412F.pdf

Automatizacija sobe uz pomoć Arduina, Bluetooth i RF modula

Milan Ivković

Sadržaj – Cilj ovog rada je da prikaže kako na jednostavan i lak način se mogu automatizovati stvari u kući korišćenjem najrasprostranjenijeg okruženja Arduina[1], Bluetooth[2] i RF modula[3].

I. Uvod

Glavna ideja ovog rada je da pokaže način kako se mogu automatizovati stvari sa osnovnim poznavanjem programiranja i kombinovanjem razvojnog okruženja sa dostupnim modulima. Korišćen je Arduino kao glavni deo, Bluetooth modul za komunikaciju sa Android[4] telefonom i RF modul za komunikaciju sa ostalim delovima u sobi kako bi se izbeglo razvlačenje kablova po prostoriji.

II. Ideja

Zamisao projekta je da se putem telefona, pomoću bluetooth-a, kontrolišu stvari poput svetla, grejanja, lampe, pozadinskog osvetljenja i jedne utičnice.



Slika 1. Dijagram projekta.

Na slici 1. je prikazan način funkcionisanja uređaja. Preko aplikacije telefona se šalju komande putem bluetooth-a mikrokontroleru koji uključuje ili isključuje uređaj. Da bi se izbeglo postavljanje kanalica, štemovanje zidova i ostalog, korišćeni su RF moduli kako bi se bežičnim putem kontrolisali uređaji.

Milan Ivković, student četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi Elektronskog fakulteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milan.ivkovic@elfak.rs

III. Razvoj uređaja

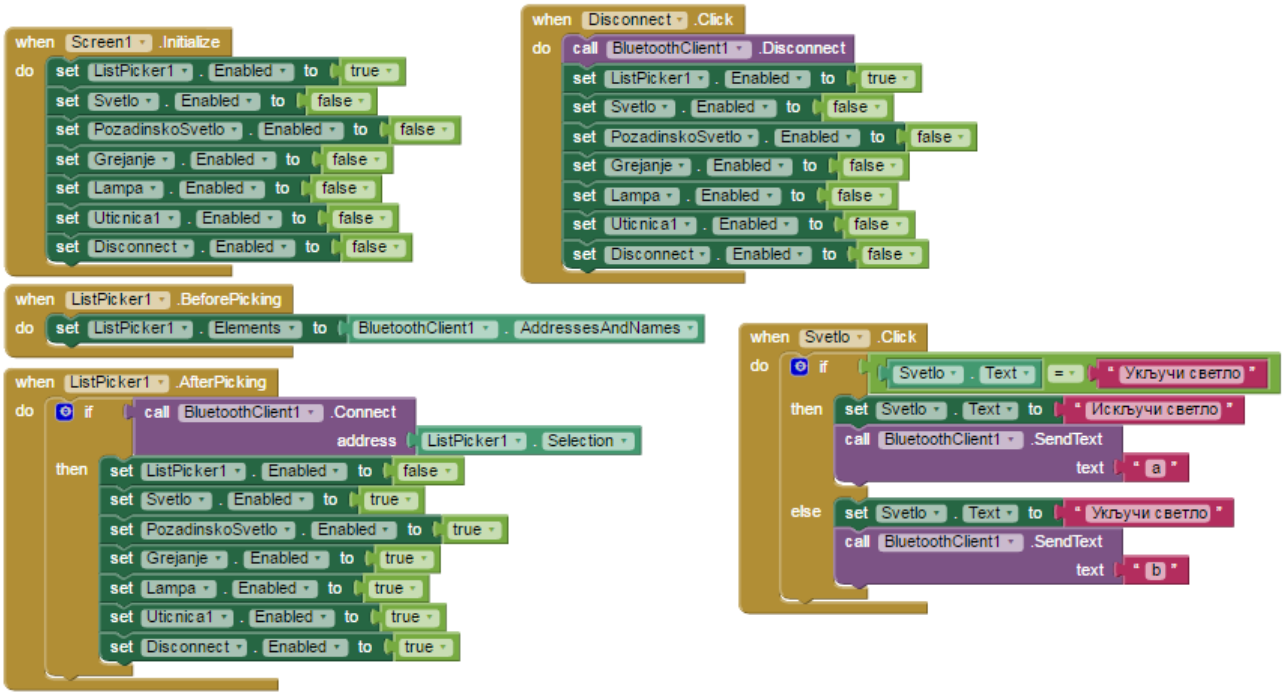
Uređaj je realizovan u dva dela. Prvi deo sadrži bluetooth modul i RF odašiljač i kontroliše jedan uređaj, u ovom slučaju svetlo, a drugi deo sadrži RF prijemnik koji kontroliše ostala četiri potrošača. Svaki deo poseduje zaseban mikrokontroler za kontrolu RF modula i releja za uključivanje/isključivanje potrošača. Podeljen je u dva dela kako bi prvi deo mogao da se montira na odgovarajuće mesto, kao na primer pored razvodne kutije ili pored samog sobnog svetla, kako bi se obezbedilo napajanje, minimalna upotreba kablova i kako bi estetski izgledalo lepše. Drugi deo je zamišljen u vidu kućišta produžnog kabla sa četiri utičnice koji bi bio postavljen na neko nevidljivo mesto, kao što je ispod radnog stola ili kreveta. Da bi se lakše objasnio potpun razvoj uređaja objašnjavanje će se podeliti u više grupa.

A. Razvoj Android aplikacije

Za realizaciju Android aplikacije je korišćena je web aplikacija MIT App Inventor[5]. MIT App Inventor omogućava da se kompleksan programski jezik svede na grafički nivo kojim se jednostavnim dodavanjem blokova zamenjuje pisanje delova koda. Ovaj način je idealan za one koji žele napraviti jednostavnu aplikaciju za svoj uređaj poznavanjem osnovnog nivoa bilo kog programskog jezika. Na sajtu pomenute web aplikacije postoje video tutorijali[6] kao početni koraci pa se u ovom radu neće obraćati pažnja na pojedinosti.



Slika 2. Dizajn aplikacije.



Slika 3. Raspored blokova.

Web aplikacija je podeljena u dva dela, jedan je dizajnerski deo poput slike 2. a drugi za spajanje blokova na osnovu dizajna, slika 3. Na slici 2. se vide više dugmića poput „Повежи“, „Прекини везу“, „Укључи светло“ itd. Svakom dugmetu se može dati ime i dimenzija, pa čak i dodeliti slika kao što je primer sa dugmićima „Повежи“ i „Прекини везу“.
U dnu slike se primećuje nevidljiva komponenta „BluetoothClient1“ koja je tu da omogući korišćenje bluetooth usluga.

Nakon konačnog dizajna prelazi se na deo za blokove. Na slici 3. je pokazano kako su raspoređeni blokovi za datu aplikaciju. Blok „When Screen1.Initialize“ kazuje koja će dugmad biti aktivna, a koja ne. U ovom slučaju aktivano je samo dugme za odabir bluetooth modula. Nakon odabira svi ostali dugmići su aktivni dok je dugme „Повежи“ neaktivno. Prikazan je samo blok za dugme svetla jer su ostali blokovi identični, jedino se razlikuju u slanju karaktera. Blok je dizajniran tako da se pritiskom menja tekst. Time se koristi jedno dugme za uključivanje i isključivanje datog uređaja. Na kraju je blok za prekid veze sa bluetooth modulom i vraćanje dugmića na prvobitno stanje.

Konačni korak jeste pravljenje aplikacije i moguće ju je instalirati na mobilnom uređaju. Pravljenje aplikacije se vrši tako što se u opciji „Build“ odabere „app(save .apk to my computer)“ čime se aplikacija čuva na personalnom računaru.

B. Program i električna šema odašiljača

Odašiljač je prvi deo uređaja koji sadrži bluetooth modul, RF odašiljač, mikrokontroler i relej za uključivanje sobnog svetla. Podaci sa telefona pristižu u odašiljač putem Bluetooth-a koji se preko RF modula prenose na drugi deo uređaja.

U prvim delovima koda se definišu RX i TX pinovi koji su spojeni sa bluetooth modulom. U sledećem redu se definiše kojim će se pinom aktivirati relej a samim tim i svetlo. Prve četiri linije koda void loop petlje služe za skladištenje podataka koji su primljeni sa mobilne aplikacije. Na osnovu tih podataka sledeće linije koda proveravaju da li je odgovarajući karakter primljen, ako jeste izvršava se naredba za dati karakter. Deo koda nije prikazan jer je identičan sa zadnje četiri linije koda, s tim što se razlikuje u ispitivanju karaktera. Ispitivanje se završava sa karakterom „J“. Zadnje četiri linije koda, kao i kod koji nije prikazan, samo prosleđuju dospeli kod u drugi deo uređaja preko RF modula.

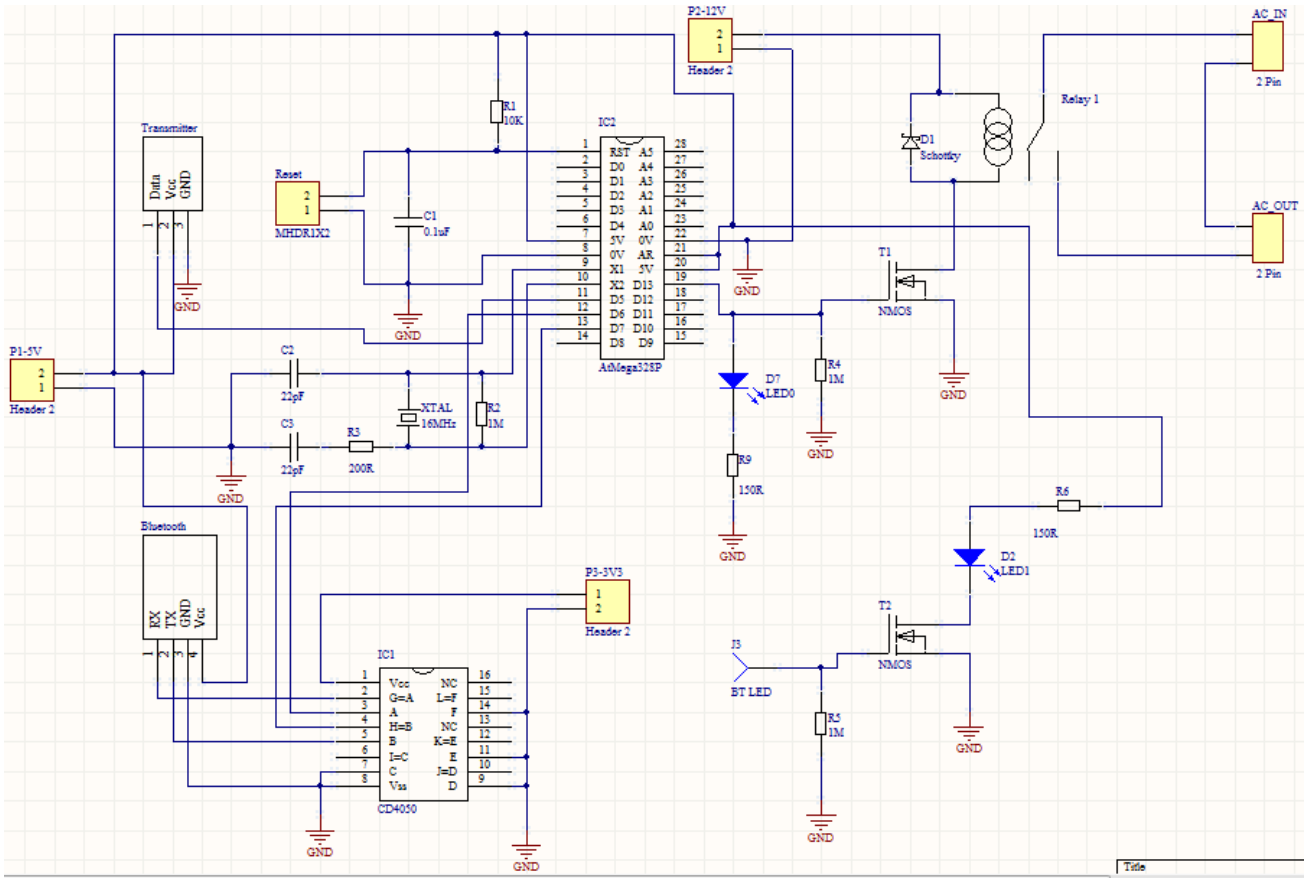
```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <VirtualWire.h>
#define BT_rxPin 7
#define BT_txPin 6

SoftwareSerial BT(BT_rxPin, BT_txPin);

int svetlo = 13;
char *controller;

void setup() {
  BT.begin(9600);

  vw_set_ptt_inverted(true);
  vw_set_tx_pin(5);
  vw_setup(4000);
```



Slika 4. Šema odašiljača.

```
  pinMode(svetlo, OUTPUT);
  digitalWrite(svetlo, LOW);

}

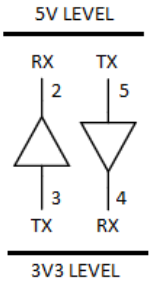
void loop() {
  delay(30);
  String input;
  while(BT.available()) {
    input += (char)BT.read();
  }

  if(input.length()) {
    if(input=="a")

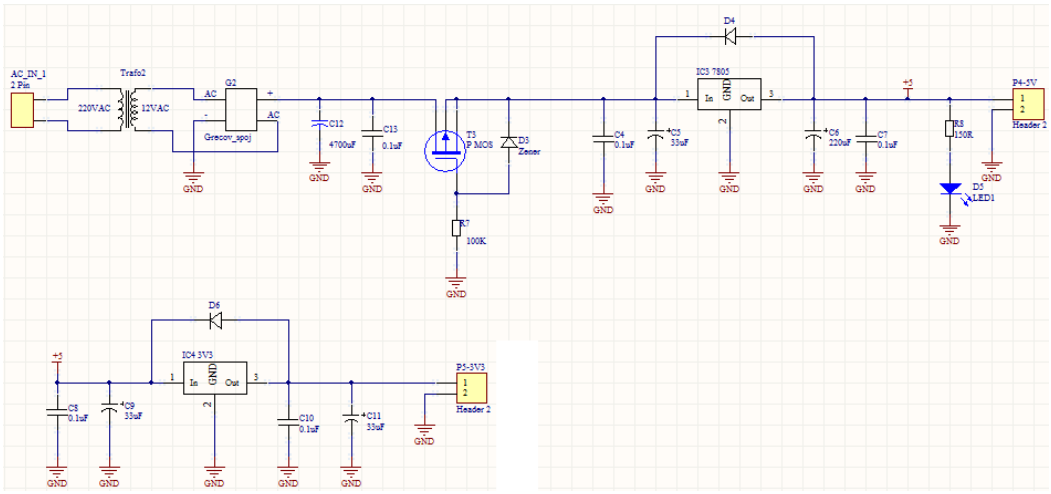
 digitalWrite(svetlo, HIGH);
    else if(input=="b")
    digitalWrite(svetlo, LOW);
    else if(input=="c"){
      controller="c";
      vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller));
      vw_wait_tx();
    }
    else if(input=="d"){
      controller="d";
      vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller));
      vw_wait_tx();
    }
    .
   .
  .
}
```

Ono što je karakteristično na šemi odašiljača, slika 4, jesu otpornici R2 i R3. R2 ima vrednost od 1MΩ, a R3 vrednost 220Ω. Vrednost R3 može se kretati u rasponu od 20Ω do 350Ω. Ovi otpornici su jako bitni da se postave jer se dešava da prilikom praktične realizacije kolo oscilatora ne može zaoscilovati zbog lošeg lemljenja ili načina pravljenja PCB pločice pa time ni mikrokontroler neće raditi.

Sledeća stavka je kolo CD4050[7]. Bluetooth modul operiše sa logičkim nivoima od 3V3 dok arduino radi sa nivoima od 5V. Kao most se koristi dato kolo koje pretvara logičke nivoe sa 5V na 3V3.



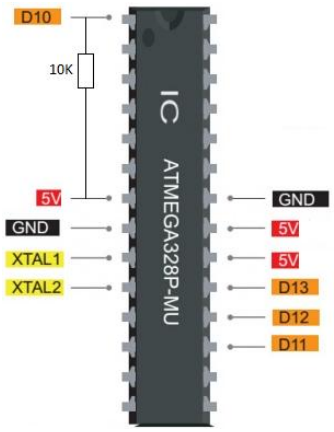
Slika 5. Način vezivanja Arduina i bluetooth modula sa kolom CD4050.



Slika 7. Šema napajanja za oba dela.

C. Programiranje mikrokontrolera ATmega328

Da se ne bi za odašiljač i prijemnik koristila dva zasebna Arduina potrebno je programirati zaseban ATmega328[8] mikrokontroler koji koristi Arduino.



Slika 6. Povezivanje mikrokontrolera sa Arduinom.

Nakon povezivanja mikrokontrolera sa Arduinom prema slici 6. potrebno je podesiti Arduino okruženje[9] za upis programa. Prvo treba učitati program kojim će se Arduino ponašati kao programator. Putanja za to je: File -> Examples -> ArduinoISP. Nakon toga sledi upis datog programa. Zatim u Arduino okruženju treba odabrati programator "Arduino as ISP", putanja: Tools-> Programmer-> Arduino as ISP. U istom padajućem meniju odabrati opciju „Burn Bootloader" kako bi se u novi mikrokontroler upisao *bootloader*. Učitavanje programa u novi mikrokontroler se vrši tako što se drži taster „Shift" i zatim pritisne dugme „Upload".

D. Program i električna šema prijemnika

Prijemnik predstavlja drugi deo uređaja koji sadrži četiri priključka. Za pozadinsko osvetljenje, grejanje, lampu i jedan priključak koji se može koristiti za neki drugi uređaj.

Podaci koji dolaze čitaju se sa pina 9, u kodu prikazano linijom "vw_set_rx_pin(9);", proveravaju se sa zadatim uslovima i na osnovu toga uključuju ili isključuju neki od priključaka. Deo koda nije prikazan jer je identičan sa poslednje dve linije koda, a završava se karakterom "J".

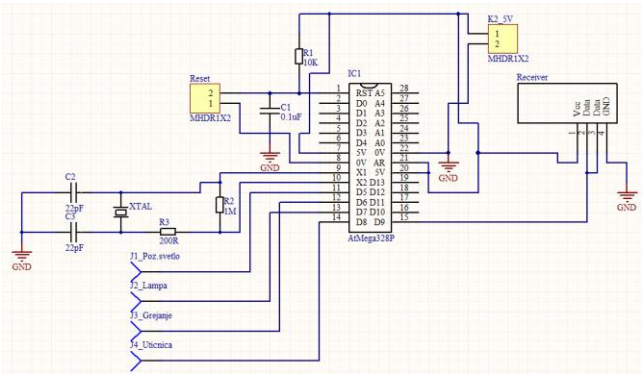
```
#include <VirtualWire.h>

int pozSvetlo = 5;
int grejanje = 6;
int lampa = 7;
int uticnica = 8;

void setup() {
  vw_set_ptt_inverted(true);
  vw_set_rx_pin(9);
  vw_setup(4000);
  vw_rx_start();

  pinMode(pozSvetlo, OUTPUT);
  digitalWrite(pozSvetlo, LOW);
  pinMode(grejanje, OUTPUT);
  digitalWrite(grejanje, LOW);
  pinMode(lampa, OUTPUT);
  digitalWrite(lampa, LOW);
  pinMode(uticnica, OUTPUT);
  digitalWrite(uticnica, LOW);
}

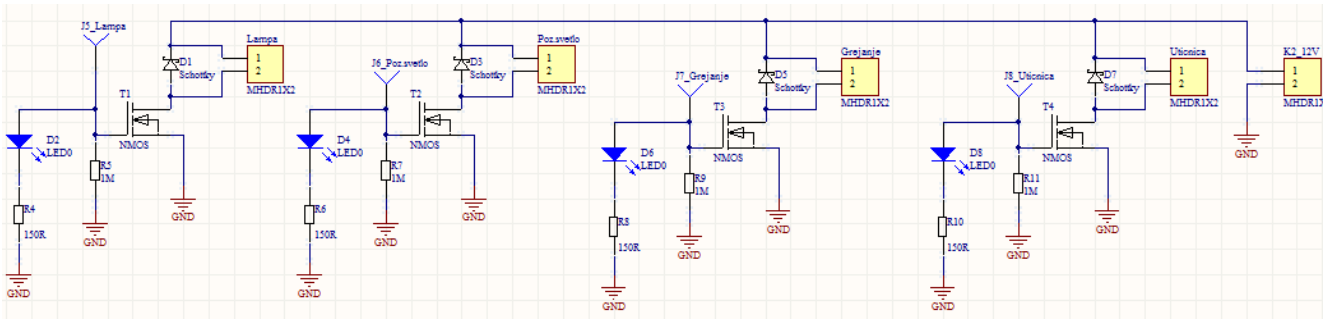
void loop() {
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
  if (vw_get_message(buf, &buflen)){
    if(buf[0]=='c')
    digitalWrite(pozSvetlo, HIGH);
    else if(buf[0]=='d')
    digitalWrite(pozSvetlo, LOW);
.
.
.
}
```



Slika 8. El. šema prijemnika.

Prijemik je podeljen u više pločica. Prva se odnosi na šemu sa slike 8 koju čini modul prijemnika i mikrokontrolera, drugu čine NMOS tranzistori[10] u ulozi prekidača slika 9, dok je treća namenjena za napajanje, slika 7. Ovakva podela je učinjena prilikom praktične realizacije zbog ograničenog prostora.

Otpornici vrednosti od 1MΩ služe kako bi ispraznili naelektrisanje oksida gejta i vratili tranzistor u neaktivno stanje nakon njegovog uključivanja. Schottky[11] dioda služi kao zaštita od inverznog napona koji stvara namotaj releja nakon njegovog isključivanja.



Slika 9. El. šema za povezivanje sa relejima.

E. Napajanja

U šemi sa slike 7 korišćen je PMOS tranzistor[10] kao zaštita od suprotne polarizacije umesto klasične diode. Urađeno je iz razloga što se znatno manja snaga razvija na tranzistoru nego na diodi. Zener dioda[12] služi da ograniči napon na gejtu i time zaštiti ulaz trazistora od pregorevanja. Otpornik R7 od 100KΩ služi da ograniči struju kroz zener diodu.

Za normalno funkcionisanje komunikacije između mikrokontrolera i bluetooth modula potrebno je napajati CD4050 sa naponom od 3V3. U te svrhe se koristi stabilizator napona LM3940[13] sa ulaznim naponom od 5V.

F. Antena za RF module

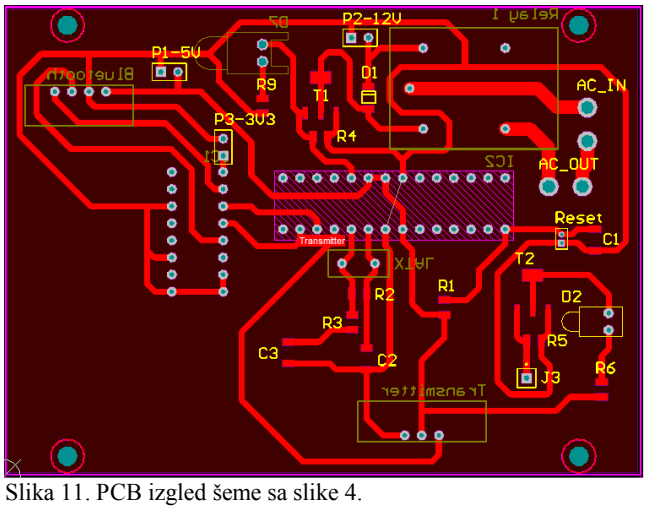
Da bi moduli imali što veći domet potrebno je adekvatno konstruisati antenu[14]. Antena se pravi od izolacione bakarne žice punog preseka od 0,6mm. Prvo se od početka žice(lemnog mesta sa modemom) pa do kalema ostavlja 17mm, zatim se pravi kalem od 16 navojaka sa prečnikom od 2,5mm. Nakon kalema pa do kraja antene žica treba biti 53mm.



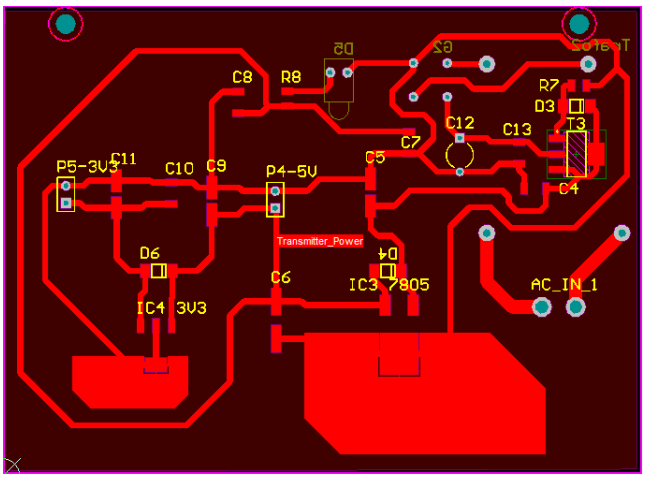
Slika 10. Izgled gotove antene.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA

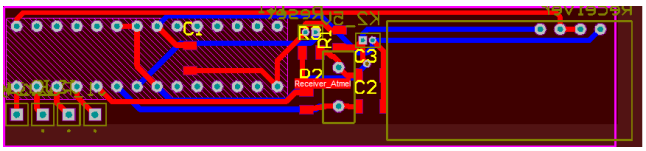
Za crtanje šema i PCB pločica korišćen je Altium designer[15]. Program daje mogućnost i 3D vizualizacije krajnjeg izgleda pločice. Na slikama 11, 12, 13 i 14 je dat izgled PCB pločica koje su napravljene na osnovu šema sa slika 4, 7, 8 i 9.



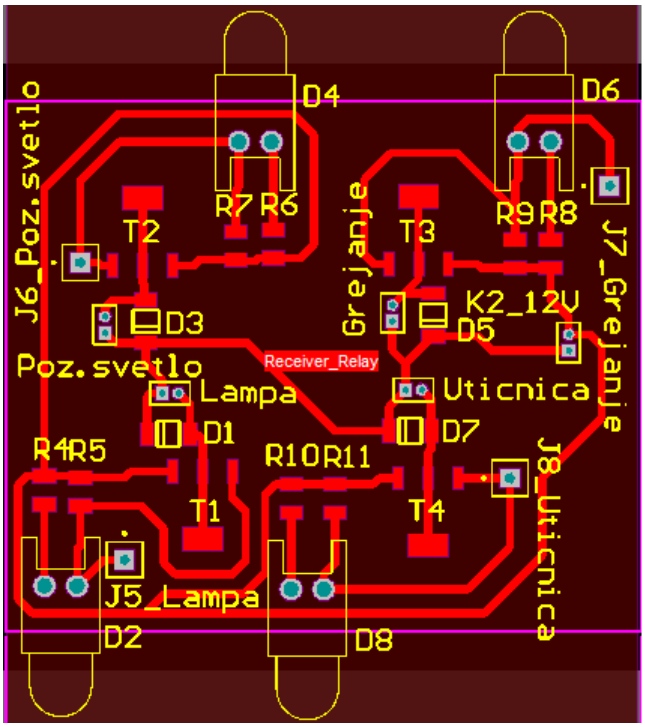
Slika 11. PCB izgled šeme sa slike 4.



Slika 12. PCB izgled šeme sa slike 7.



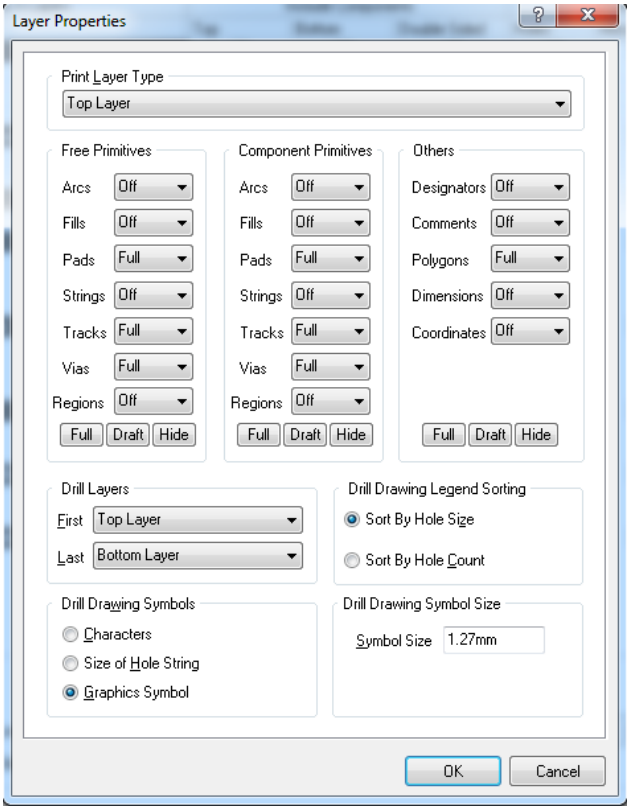
Slika 13. PCB izgled šeme sa slike 8.



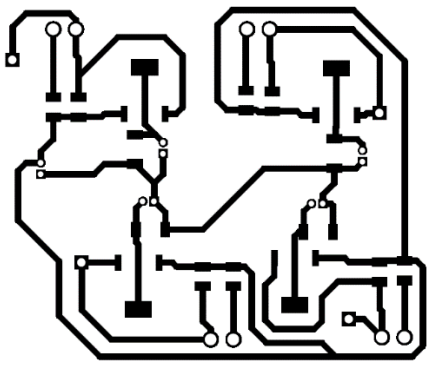
Slika 14. PCB izgled šeme sa slike 9.

Da bi se PCB pločica praktično napravila potrebno je na posebnom papiru odštampati linije veze kako bi se prenele na bakarnu pločicu i kasnije pločica nagrizla. Prvo je potrebno otvoriti novi "Output Job file", zatim pod delom "Fabrication Outputs" kliknuti na "Add new Fabrication Output" pa iz dela padajućeg menija "Final" odabrati željeni šematik. Sa desne strane se nalazi deo pod nazivom "Output Containers", tu treba kreirati PDF file i kliknuti na opciju "Enabled" kako bi se dati output spojio sa kreiranim PDF-om. Nakon toga dvoklikom na kreirani Fabrication Output otvoriće se prozor pod nazivom "PCB Printout Propertis". U tom prozoru se bira šta će se naći u izlaznom PDF-u. Potrebno je da se sa šeme sklone oznake i nazivi za komponente. Dvoklikom na "Top Layer" otvara se novi prozor, prikazano na slici 15, sa opcijama šta će se nalaziti na šemi. Ono što je potrebno ostaviti to su linije, vije i poligone kao što je prikazano na slici 15.

Nakon ovoga je potrebno i podesiti parametre za štampu. Desnim klikom na kreirani Fabrication output odabrati opciju "Page Setup". Tu treba postaviti boju štapanja na "Mono" i "Scale Mode" štampanja na "Scaled Print". Zatim u delu "Output Containers" gde je kreiran PDF file kliknuti na "Generate content". Time je šema spremna za štampanje i prenos na pločicu, slika 16. U prozoru "PCB Printout Propertis" postoji opcija "Mirror", što je potrebno čekirati pre generisanja PDF file-a ukoliko se koristi papir za prenos, a ukoliko je u pitanju paus papir za foto postupak onda ta opcija treba ostati nečekirana.

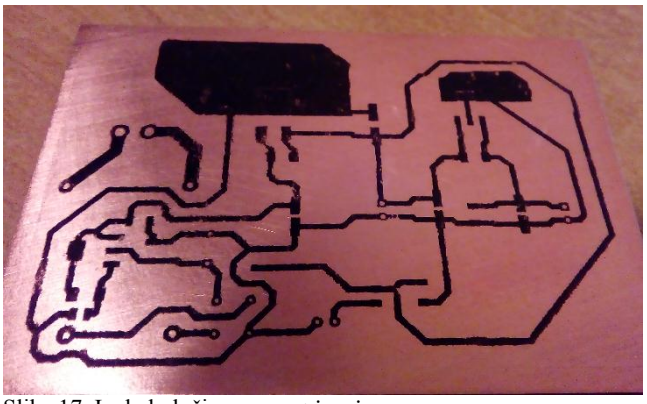


Slika 15. Opcije za prikaz na šemi.

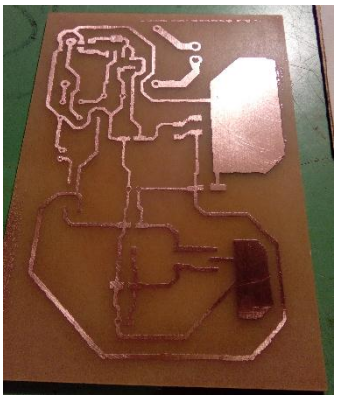


Slika 16. Gotova šema za prenos.

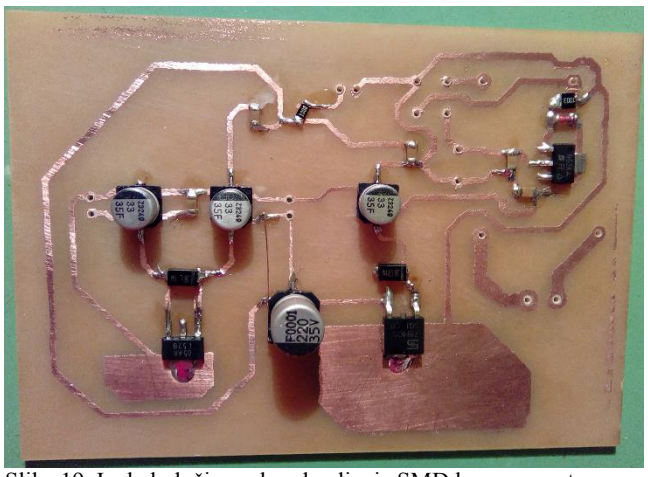
Nakon prenosa šeme na bakarnu pločicu sledi nagrizanje. Nagrizanje se vrši mešanjem hlorovodične kiseline i 30% hidrogena u razmeri 2:1. Posle nagrizanja sledi bušenje i lemljenje komponenata i smeštanje u odgovarajuća kućišta. Na slikama 17, 18, 19, 20, 21 su prikazani koraci jedne pločice pre i nakon nagrizanja kao i konačan izgled oba dela uređaja.



Slika 17. Izgled pločice pre nagrizanja.



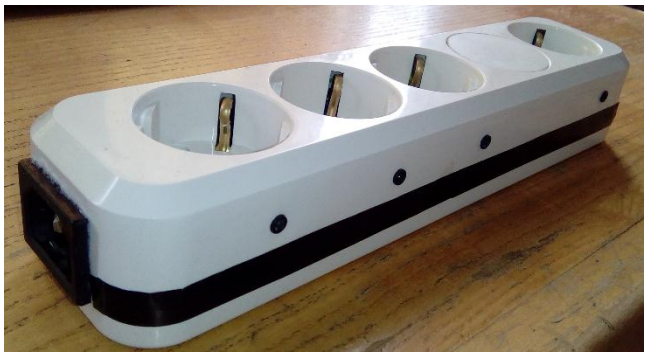
Slika 18. Izgled pločice nakon nagrizanja.



Slika 19. Izgled pločice nakon lemljenja SMD komponenata.



Slika 20. Konačni izgled prvog dela uređaja, odašiljača.



Slika 21. Konačan izgled drugog dela uređaja, prijemnika.

V. ZAKLJUČAK

Za kreiranje Android aplikacije korišćena je web aplikacija MIT App Inventor. Ona omogućava kreiranje aplikacije poznavanjem osnovnih principa programiranja. Altium designer je korišćen za crtanje šema kao i kreiranja izlaznog fajla za pravljenje PCB pločice. Uređaj je podeljen u dva dela, jedan je u vidu predajnika i služi za komunikaciju sa mobilnim telefonom. Predviđen je da bude blizu svetlosnog izvora sobe kako bi se sprečilo razvlačenje kablova i postavljanje kanalica. Drugi deo je realizovan kao prijemnik sa kućištem produžnog kabla. Sadrži četiri ulaza za potrošače koji se kontrolišu. U toku testiranja se dobro pokazao u okviru cele sobe što je i bio cilj. Prilikom praktične realizacije odašiljača treba obratiti pažnju da se antene bluetooth-a i RF modula ne poklapaju jer u tom slučaju antena bluetooth-a remeti rad RF modula. Preporuka je da se za neke ozbiljnije stvari koriste antene napravljene na PCB pločici. Razlog tome je što se frekvencija menja ukoliko se malo nakrivi kalem antene i prekida se veza između predajnika i prijemnika.

ZAHVALNICA

Autor rada ovim putem želi da se zahvali profesoru Ljubomiru Vračaru koji mu je jednom prilikom ukazao na potrebu korišćenja dodatnih otpornika kod oscilatora mikrokontrolera prilikom praktične realizacije.

LITERATURA

[1] Arduino (https://www.arduino.cc/)
[2] Bluetooth modul (https://learn.sparkfun.com/tutorials/bluetooth-basics)
[3] RF module(http://arduinobasics.blogspot.rs/2014/06/433-mhz-rf-module-with-arduino-tutorial.html)
[4] Android (https://www.android.com/)
[5] MIT App Inventor (http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html)
[6] MIT App Inventor Tutorials (http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/beginner-videos.html)
[7] CD4050 (http://www.nxp.com/ documents/ data_sheet/ HEF4050B.pdf)
[8] ATmega328P (http://www.atmel.com/ devices/ atmega328p .aspx)
[9] Arduino okruženje (https://www.arduino.cc /en/ Main/ Software)
[10] Prof. dr Zoran Prijić, Doc. dr Aneta Prijić, *UVOD U POLUPROVODNIČKE KOMPONENTE I NJIHOVU PRIMENU*, pp. 143-197, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 2014.
[11] Thomas L. Floyd, *Floyd Electronic Devices 9th*, pp. 149 Prentice Hall, 1 Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey, 07458, 2012.
[12] Thomas L. Floyd, *Floyd Electronic Devices 9th*, pp. 113-127 Prentice Hall, 1 Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey, 07458, 2012.
[13] LM3940 (http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3940.pdf)
[14] Konstruisanje antene (http://www.byvac.com/downloads/RLnn/How-to-make-a-Air-Cooled-433MHz-antenna.pdf)
[15] Altium designer (http:// www.altium.com/ altium-designer/ overview)

Mobilna Android aplikacija kao korisnički interfejs signal generator uređaja

Dejan Z. Dimčić

Sadržaj – U ovom radu predstavljena je mobilna Android aplikacija za jednostavnu kontrolu rada signal generatora putem bluetooth konekcije. U prvom delu rada opisan je uređaj za generisanje signala. Drugi deo opisuje Android aplikaciju, njenu arhitekturu i implementaciju značajnijih delova sistema. U poslednjem delu rada prikazana je praktična primena aplikacije i poređenje rezultata sa postojećim sistemima.

I. UVOD

Aplikacija koja je opisana u radu svrstava se u red edukativnih aplikacija. Nastala je uz rastuću potrebu za automatizacijom procesa izrade labolatorijskih vežbi uz jednostavan korisnički interfejs. Takođe, sistemom koji pruža uređaj za generisanje signala i Android aplikacija zamenjuje se glomazna i skupa oprema.

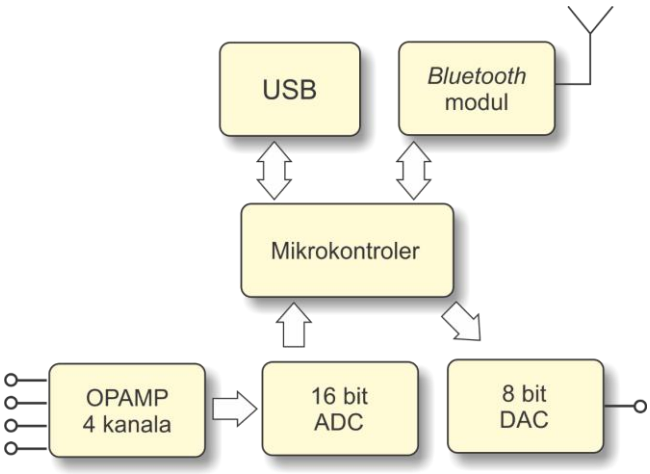
Celokupan sistem se sastoji od dve glavne komponente: uređaja signal generatora i android aplikacija za kontrolu pomenutog uređaja.

II. UREĐAJ ZA GENERISANJE SIGNALA

Signal generator predstavlja uređaj koji se koristi za generisanje signala. Signal se generiše na osnovu unapred definisanih parametara. Podrazumevane vrednosti su definisane u EPROM memoriji uređaja, ali se ovi parametri mogu menjati i time omogućiti definisanje signala po želji. Vrednosti na osnovu kojih se generiše signal su:

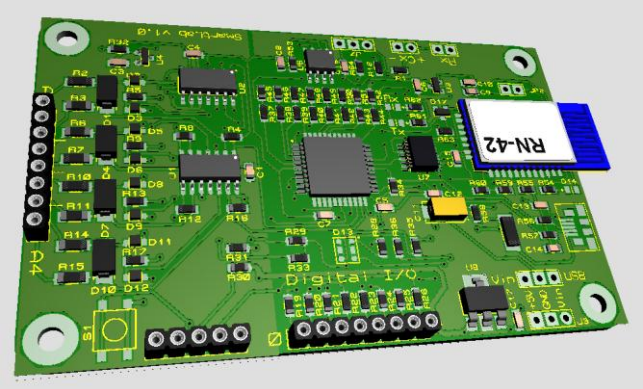
- Tip signala
- Frekvencija signala
- Amplituda signala
- Naponski pomeraj signala
- Širinska modulacija (samo za određene tipove signala)

Blok šema signal generatora prikazana je na slici 1. Centralni deo sistema predstavlja mikrokontroler. Mikrokontroleru je moguće pristupiti putem serijskog USB porta ili Bluetooth porta koji takođe ima ulogu serijskog porta. Putem ovih ulaznih portova se kontroliše rad signal generatora i razmenjuju informacije za definisanje karakteristika signala. Za merenje naponskih nivoa ulaznog signala koristi se 16-bitni Analog-to-Digital konvertor, koji dobijeni analogni signal pretvara u digitalni oblik, razumljiv računaru. Takav signal se iz mikrokontrolera prosleđuje izlaznom uređaju putem Bluetooth modula. Sa druge strane, izlazni signal mikrokontrolera kontolisan je 8-bitnim DA konvertorom, koji signal iz memorije konvertuje u odgovarajući impuls. U sistemu je prisutan i operacioni pojačavač sa četiri kanala kojim se može regulisati ulazni signal i kojim se pojačava razlika ulaznog signala.



Slika 1. Blok šema signal generatora.

Na sledećoj slici prikazan je 3D model opisanog uređaja za generisanje signala:



Slika 2. 3D model uređaja signal generator.

Dejan Dimčić je student na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: dejan.dimcic@elfak.com

III. MOBILNA APLIKACIJA

Mobilna aplikacija je razvijana za Android operativni sistem. Aplikacija je predviđena za Android uređaje verzije 4.0 i verzije nastale nakon nje. Aplikacija je izrađena u okruženju Android Studio u programskom jeziku Java.

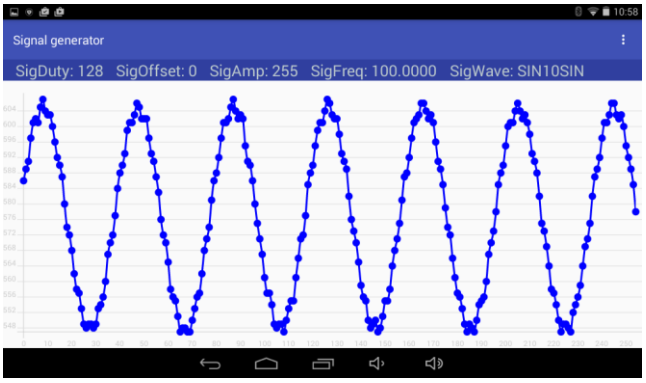
A. Opis aplikacije

Prilikom pokretanja aplikacije od korisnika se zahteva da se poveže putem Bluetooth konekcije sa uređajem signal generatora. Aplikacija sadrži podešavanja vezana za rad signal generatora i parametre signala koji želimo kreirati. Parametri signal generatora služe kako bi se podesio tip signala, frekvencija, amplituda, naponski pomeraj i za pojedine signale širinska modulacija. Parametri vezani za rad osciloskopa definišu vrednost okidanja, zatim vremensku bazu za iscrtavanje očitanog signala i vrednost okidanja datog signala.

Glavni prozor služi za prikaz očitanog signala sa ulaza signal generatora. Na apcisi grafika je prikazan vremenski raspon na osnovu vremenske baze osciloskopa, dok je na ordinati prikazan raspon naponskih nivoa (slika 3).

U kontekstnom meniju sa desne strane nalaze se podešavanja vezana za rad osciloskopa. Može se podesiti vremenska baza signala koji se očitava, kao i vrednost okidanja datog signala. Iz istog menija može se izdati i naredba za očitavanje signala.

Sa leve strane glavnog prozora nalazi se navigacioni meni u kome se nalazi slika sa prikazom signala koji je izabran, podešavanja vezana za rad signal generatora i za povezivanje sa uređajima preko bluetooth konekcije.

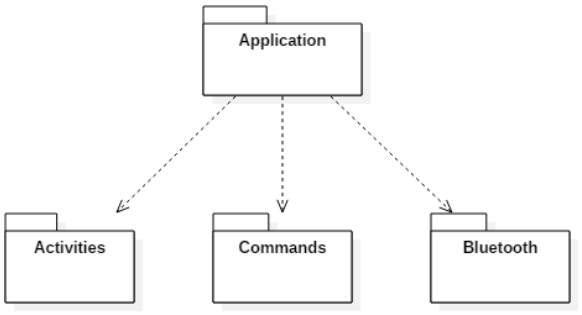


Slika 3. Grafički prikaz generisanog signala.

B. Arhitektura sistema

Arhitektura mobilne aplikacije predstavljena je strukturom paketa koji predstavljaju gradivne elemente aplikacije (slika 4).

- **Activities** paket – Sadrži logiku vezanu za korisnički interfejs aplikacije. U njemu se nalaze klase vezane za upravljanje životnim ciklusom aplikacije i u tim klasama se instanciraju i povezuju objekti iz drugih paketa.
- **Commands** paket – Predstavlja interfejs za sve tipove naredbi koje se mogu poslati mikrokontroleru i logiku za obradu primljenih zahteva u vidu *Command pattern-a*.
- **Bluetooth** paket – Interfejs vezan za povezivanje dva uređaja putem Bluetooth kanala nalazi se u ovom paketu.



Slika 4: Arhitektura sistema mobilne aplikacije.

C. Komunikacija sa uređajem

Komunikacija sa uređajem za generisanje signala se obavlja putem Bluetooth konekcije. Uređaj za generisanje signala igra ulogu servera, koji otvara serverski soket i osluškuje zahteve za konekcijom od strane drugih uređaja u blizini. Android aplikacija u tom slučaju predstavlja klijentski mehanizam, koji šalje zahtev za konekcijom i inicira proces uparivanja. Otvaranje konekcije između uređaja podrazumeva kreiranje odgovarajućeg soketa na RFCOMM portu preko koga će se obavljati dalja komunikacija između aplikacije i uređaja [1].

Kada je konekcija između dva uređaja uspešno uspostavljena, svaki od uređaja ima konektovan *BluetoothSocket* koji predstavlja kanal putem koga se prenose podaci. Čitanje i slanje podata iz aplikacije vrši se putem *InputStream-a* i *OutputStream-a* koji rukuju prenosom podataka putem soketa. Prilikom učitanja podataka sa ulaznog toka podataka potrebno je blokirati program koji se izvršava. Zbog toga su ovi tokovi podataka inicirani u posebnoj *Niti* aplikacije kako bi se program izvršavao bez prekida i omogućio da se razmena podataka odvija asinhrono.

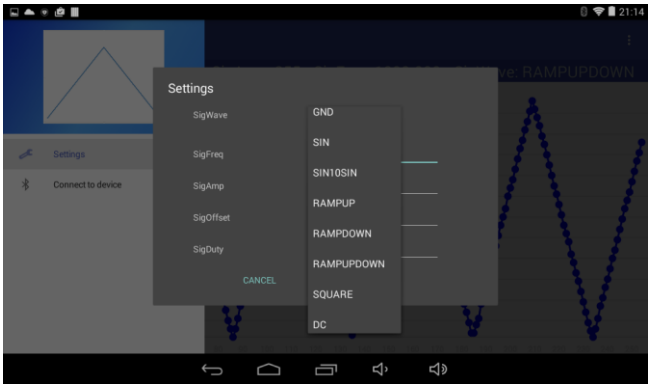
D. Podešavanje signala

Ključna karakteristika ovog sistema jeste podešavanje signala kojeg želimo generisati. U navigacionom meniju aplikacije nalazi se stavka Settings, čijim se izborom otvara dijalog za podešavanje karakteristika željenog signala.

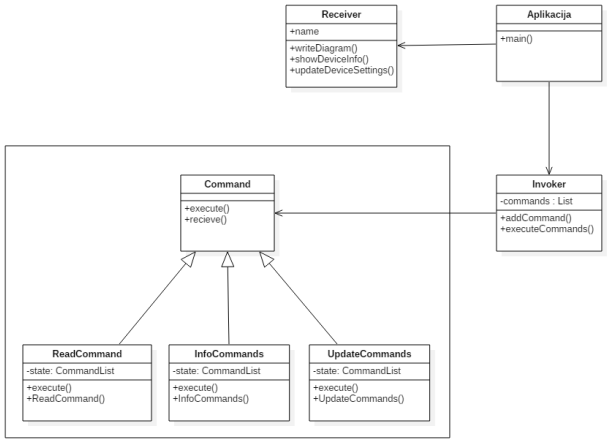
Na slici 5 je dat pregled talasnih oblika koje je moguće generisati. Ostala polja predstavljaju brojčane vrednosti koje su ograničene minimalnom i maksimalnom

granicom, kako bi se korisniku smanjile šanse za unosom nevalidnih podaka. Za regulaciju unosa vrednosti u ova polja implementiran je poseban filter, koji prilikom inicijalizacije dobija vrednosti minimalnog i maksimalnog ograničenja. Filter se aktivira tokom svakog unosa podataka u ova polja, proverava opseg broja koji je tog trenutka unet u polje, i vraća obaveštenje o tome da li je vrednost validna ili nije, tako da korisnik ni u jednom trenutku neće moći uneti nevalidane podatke koje bi mogle izazvati grešku u sistemu ili na samom mikrokontroleru koji je zadužen za generisanje signala na osnovu ovih vrednosti.

Neki atributi signala su striktno vezani za talasni oblik signala, tako da nije moguć unos vrednosti u ta polja, jer to ne bi imalo nikakvog smisla. Na primer, širinska modulacija (na slici SigDuty) je karaktersitika kvadratnih signala, te nije potrebno vršiti unos vrednosti za to polje i unositi zabunu.



Slika 5. Podešavanja osnovnih karakteristika signala.



Slika 6. Implementacija projektnog obrasca *Command.*

E. Izvršavanje naredbi

Komunikacije se odvija tako što aplikacija izdaje naredbu uređaju, koji tu naredbu obrađuje i šalje aplikaciji odgovor u skladu sa tom naredbom.

To znači da prilikom tumačenja odgovara koji je dobijen, moramo znati na koju naredbu se on odnosi. Na osnovu toga, jednu naredbu možemo enkapsulirati u objekat, koji zna kako treba izvršiti naredbu i kako treba obraditi odgovor. Za implementaciju ovog rešenja korišćen je projektni obrazac *Command* prikazan na slici 6 [2].

Osnovne komponente sistema prikazanog na prethodnoj slici su:

- *Command:* predstavlja interfejs koji se ponaša kao komanda.
- *ReadComman, InfoComands, UpdateCommands:* konkretne komande, implementiraju interfejs klase *Command.* Oni izvršavaju zadatu komandu.
- *Receiver:* zahtev za izvršenje neke naredbe
- *Invoker:* identifikuje koji objekat treba izvršiti određenu komandu, zavisno od tipa komande.

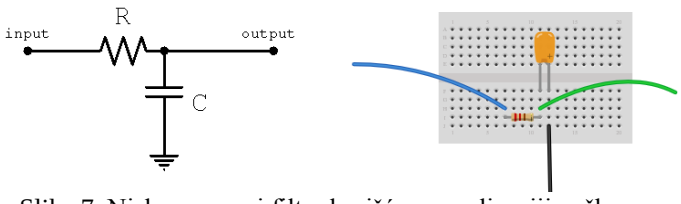
Prilikom zahteva za slanje određene naredbe povezanom uređaju, kreira se objekat konkretne klase naredbe koji zna kako da obradi odgovor koji će stići od uređaja. Taj objekat se dodaje u red čekanja koji postoji u Invoker-u. Nakon pristizanja odgovora od uređaja sa kojim aplikacija komunicira, rezultat naredbe koji je pristigla se dodaje u novokreiranom objektu koji je u redu čekanja. Tada se uzima prvi objekat koji se nalazi u redu čekanja i nad njime se poziva metoda execute(). Time smo rešili problem evidencije objekata koji imaju mogućnost izvršavanja određene naredbe.

Ukoliko je potrebno poslati simultane zahteve uređaju na izvršenje, svaki od zahteva se dodaje u privremeni red čekanja, kako ne bi došlo do zagušenja na mikrokontroleru. U trenutku kada dođe odgovor da je prethodna naredba okončana iz reda čekanja se uzima sledeća naredba, kreira se objekat konkretne naredbe i ceo proces se ponavlja.

IV. Poređenje rezultata

U sledećoj vežbi prikazani su rezultati primene Android aplikacije i uređaja signal generatora. Vežba je projektovana sa ciljem testiranja i upoređivanjem rezultata na proverenim postojećim sistemima.

Za realizaciju vežbe u labolatorijskim uslovima korišćen je osciloskop TEKTRONIX DPO 4034, uređaj signal generator, niskopropusni (slika 7) i visokopropusni RC filter i Android mobilna aplikacija opisana u radu.



Slika 7. Niskopropusni filter korišćen u realizaciji vežbe.

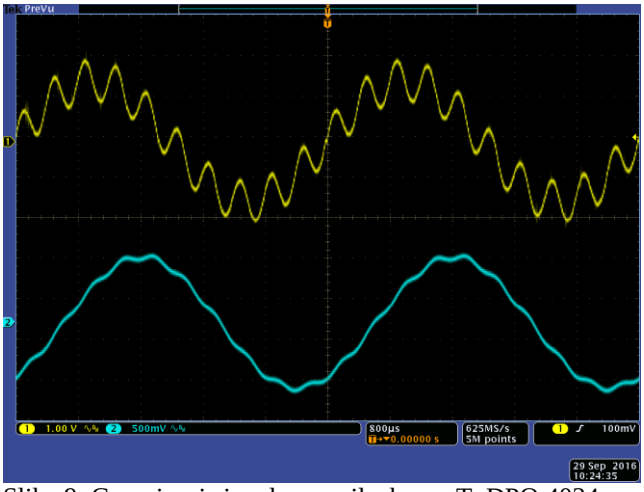
Korišćenjem Android aplikacije opisane u prethodnom poglavlju, generisan je signal talasnog oblika sin10sin i frekvencije 100Hz. Grafički prikaz talasnog

oblika ovog signala prikazan je na slici 8. Dobijeni signal je zatim propušten kroz niskopropusni filter kako bi se eleminisale visoke frekvencije i prikazan je na desnoj strani slike 8.



Slika 8. Generisani i filtrirani signal.

Po istom principut generisan je i prikazan signal na osciloskopu TEKTRONIX DPO 4034 (slika 9). Signal predstavljen žutom bojom predstavlja generisani signal, dok je plavom bojom predstavljen filtrirani signal.



Slika 9. Generisani signal na osciloskopu T. DPO 4034.

Na osnovu prethodno dobijenih rezultata, poređenjem signala na slici 8 i signala na slici 9, može se zaključiti da mobilna aplikacija i uređaj signal generatora daju potpuno validne rezultate.

V. ZAKLJUČAK

Aplikacija opisana u radu predstavlja rešenje za sve one koji žele da uz jednostavan interfejs dobiju željene i tačne rezultate. Aplikacija je namenjena za edukaciju studenata, brzu i, uz jednostavan korisnički interfejs, lakšu izradu labolatorijski vežbi, ali i inženjerima koji se bave zahtevnijim istraživanjima. Korišćenjem ovog sistema omogućeno je korisnicima da u par klikova mogu generisati signal sa željenim karakteristikama, bez potrebe za većom labolatorijskom opremom. Pokazali smo da je sistemom singal generatora moguće zameniti osciloskop marke TEKTRONIX DPO 4034.

ZAHVALNICA

Aplikacija je razvijena u okviru završnog rada na katedri za Računarstvo i informatiku. Autor se zahvaljuje doc. dr Aleksandru Stanimiroviću i doc. dr Ljubomiru Vračaru na savetima i pomoći tokom realizacije projekta i neophodnoj opremi.

LITERATURA

[1] https://developer.android.com
[2] https://www.tutorialspoint.com

Razvoj sistema za praćenje srčanog pulsa pacijenta preko mobilne aplikacije

Nikola Milutinović

Sadržaj — U ovom radu je opisan sistem koji je namenjen praćenju srčanog pulsa pacijenta. Sistem je organizovan u *WBAN* mrežu. Pomoću puls senzora se prikupljaju podaci, koji se putem *Bluetooth*-a šalju do *smart* uređaja sa Android operativnim sistemom, koji ima instaliranu aplikaciju za očitavanje i praćenje stanja pulsa, realizovane za potrebe ovog sistema.

I. UVOD

Sa starenjem stanovništva, postojeći medicinski resursi ne mogu da zadovolje buduće zdravstvene potrebe starijih ljudi i pacijenata. Resursi su ograničeni i nije moguće za većinu pacijenata omogućiti dugoročni boravak u bolnici zbog ekonomskog ograničenja, zaposlenosti osoba koje se brinu o njima i drugih razloga, iako se njihovo zdravstveno stanje mora pratiti u realnom vremenu ili kratkom periodu vremena. Kao rezultat, u budućnosti bežični sistem medicinskog nadgledanja će postati deo mobilnih zdravstvenih centara sa nadgledanjem u realnom vremenu.

Zahvaljujući razvoju mobilnih telekomunikacija i multimedijanih tehnologija, zdravstveni sistem može biti promenjen i decentralizovan, pa bi jedan deo usluga bilo moguće pružiti i primiti čak i kada su pacijent i lekar na dosta udaljenim lokacijama. Pošto lokacija u ovim slučajevima ne bi bila bitna, ove usluge bi po pristupačnim cenama mogle biti dostupne i žiteljima udaljenih ruralnih oblasti [1].

Iako je tehnologija još uvek u početnom stanju razvoja, široko se vrše istraživanja, i očekuje se da će doći do poboljšanja zdravstvene zaštite, što dovodi da pojmovi kao što su telemedicina i mobilno zdravstvo (*mHealth*) postanu realni.

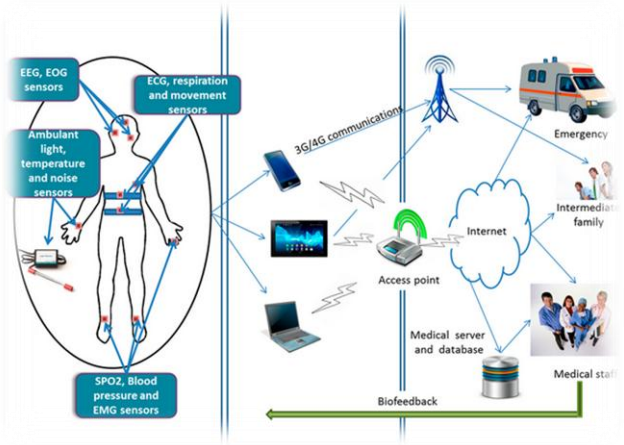
Mobilno zdravstvo ili *mHealth* predstavlja segment u okviru *eHealth* , koji kao pojam predstavlja primenu informacionih i komunikacionih tehnologija u zdravstvenom sektoru [2].

Za komunikaciju u *mHealth*-u se koriste *WBAN* (*Wireless Body Area Network*) mreže. *WBAN* predstavlja bežični mrežni ili prenosni računarski uređaj. *WBAN* uređaji mogu biti ugrađeni u telu, implantantima, mogu biti montirani na telu u fiksnoj poziciji ili mogu biti uređaji koje ljudi mogu nositi na različitim pozicijama, na primer u džepu svoje odeće, u ruci ili u torbi [3].

Na slici 1 je prikazana arhitektura *WBAN* sistema, koji se sastoji od tri glavne celine:

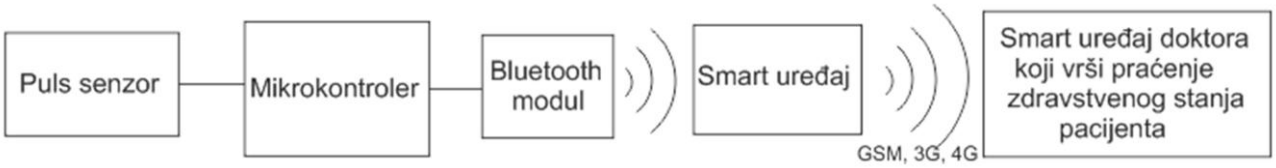
Nikola Milutinović je student master akademskih studija na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikolamilutinovic92@gmail.com

- Prenosivi senzori: Pacijent je opremljen mnoštvom minijaturnih prenosivih senzora. Ovi senzori se mogu postaviti unutar ljudskog tela, na telu ili mogu biti u okolini tela. Ovi senzori prikupljaju fiziološke informacije ljudskog tela kao što su otkucaji srca, puls, krvni pritisak, temperatura itd. Prikupljene informacije se potom prenose bežično do najbližeg koordinatornog uređaja za dalju obradu i prenos podataka. Treba napomenuti da neki senzori nisu bežični, zato što mogu biti povezani na drugi uređaj kablovima i mogu imati puno elektronike [4];
- Koordinatorni uređaj: Prenosivi senzori prosleđuju prikupljene podatke do koordinatornog uređaja koji je u pacijentovoj neposrednoj blizini, koristeći bežičnu komunikaciju kratkog dometa. U većini slučajeva, koordinatorni uređaj je neki *smart* uređaj koji poseduje potrebne aplikacije. Svi prikupljeni podaci se onda pomoću 3G/4G ili *WiFi* (*Wireless-Fidelity*) mreže prosleđuju do udaljenog kliničkog servera, koji može biti klinički *back-end* sistem ili hitni servis [4];
- Klinički *back-end* serveri: Svi podaci koji su prosleđeni kroz koordinatorni uređaj se primaju, obrađuju i skladište u kliničkom *back-end* serveru. Podaci se mogu analizirati kontinualno u realnom vremenu. Moguće je da medicinski radnik preduzme odgovarajuću akciju na osnovu primljenih podataka (da podseti pacijenta da uzme svoj lek preko telefona ili *SMS* poruke) [4].



Slika 1. Arhitektura mHealth sistema bazirana na *WBAN* mreži [4].

Neke *mHealth* oblasti u svetu se koriste, ali to su uglavnom oblasti vezane za podizanje svesti o zdravlju,



Slika 2. Blok šema sistema.

pružanje informacija i slično. Najveća pažnja se posvećuje nadgledanju pacijenata. Sprovodi se mnoštvo istraživanja u ovoj oblasti i postoji veliki broj radova baziran na ovim istraživanjima, međutim, još uvek ne postoji adekvatan sistem koji zadovoljava zahtevane kriterijume, kao što su pouzdanost, sigurnost podataka i slično.

Ovaj rad predstavlja jedan od mogućih načina nadgledanja pacijenata, i on je deo master rada. Za potrebe ovog rada je razvijena Android aplikacija, koja je detaljno opisana u nastavku rada.

II. OPIS SISTEMA

Sistem se sastoji od: puls senzora, mikrokontrolera i *Bluetooth* modula. Opšta blok šema sistema je data na sl. 2.

Puls senzor se postavlja na telo pacijenta. Funkcija senzora je da detektuje puls na telu pacijenta, a zatim se taj prikupljeni podatak žičanim putem dalje vodi do mikrokontrolera.

Mikrokontroler obrađuje podatke primljene sa senzora pomoću programskog koda učitanog na mikrokontroler i vrši proračun pulsa. Ta vrednost pulsa se šalje *Bluetooth* modulu sa kojim je povezan kablom.

Bluetooth modul šalje vrednost pulsa do *smart* uređaja.

Smart uređaj, na strani korisnika, ima Android aplikaciju koja vrši prijem podataka poslatih sa *Bluetooth* modula. Ova aplikacija je programirana tako da daje mogućnost korisniku, ili osobi koja se o njemu brine, da unese broj telefona doktora, a zatim da pokrene praćenje stanja srčanog pulsa. Ukoliko srčani puls bude izvan granica normale koje su definisane prilikom programiranja aplikacije, doktor će biti obavešten putem SMS poruke da srčani puls pacijenta nije u granicama normale.

Ovim se omogućava praćenje srčanog pulsa pacijenta, gde pacijent ima uvid u stanje svog pulsa u realnom vremenu, a usled prekoračenja će biti obavešten i doktor koji je zadužen za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta.

III. REALIZACIJA SISTEMA

Za očitavanje srčanog pulsa se koristi puls senzor. Ovaj senzor je medicinski uređaj koji se koristi za nadgledanje rada srca. Puls senzor reaguje na promenu intenziteta svetlosti. Svetlo zelene LED diode koje se reflektuje nazad do senzora se menja pri svakom srčanom otkucaju. Signal srčanog pulsa na izlazu senzora je analogni napon [5]. Ovaj napon se vodi žičano do analognog pina A0 na Arduino Uno mikrokontroleru. Senzor se napaja naponom od 5V, koji dobija od Arduino mikrokontrolera. Puls senzor je najbolje nositi na prstu ili uhu, kao što je prikazano na slici 3.

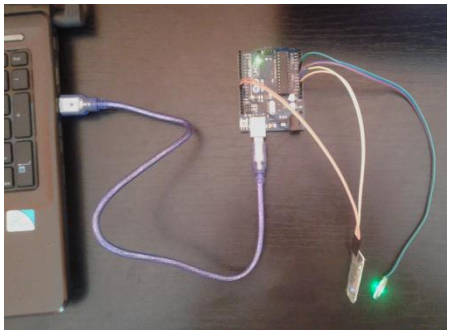


Slika 3. Najbolje pozicije za nošenje puls senzora.

Arduino Uno je fizičko-računarska platforma otvorenog koda. Hardver se sastoji od jednostavnog otvorenog hardverskog dizajna Arduino ploče sa Atmega328 procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima.

Arduino ploču čine 8-bitni Atmega328 mikrokontroler sa pripadajućim komponentama koje omogućavaju programiranje i povezivanje sa drugom elektronikom. Bitan aspekt Arduino mikrokontrolera je standardizovan raspored konektora koji omogućava lako povezivanje sa dodatnim modulima [6]. Arduino se napaja preko računara, sa kojim je povezan preko USB kabla. Ima zadatak da na osnovu primljenog podatka sa senzora izračuna vrednost srčanog pulsa. Program za obradu primljenih podataka i računanje pulsa je napisan u Arduino okruženju.

Na Arduino Uno je povezan i *Bluetooth* modul HC-05 [7], koji se napaja sa 3.3V preko Arduina. RX i TX pinovi *Bluetooth* modula se povezuju na Arduino pinove 11 i 10, respektivno. To omogućava da Arduino putem *Bluetooth*-a šalje podatke do *smart* uređaja koji je zadužen za prijem i prikazivanje rezultata, a takođe i za slanje informacije do doktora koji je zadužen za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta.



Slika 4. Realizovan system.

Pregled programa kojim Arduino vrši prijem, obradu i slanje podataka dat je u nastavku.

```
//  Promenljive
int pulsePin = 0; // Senzor pulsa je povezan na pin A0
volatile int BPM;
volatile int Signal;
volatile int IBI = 600; // Zadrzava vremenski interval izmedju otkucaja
volatile boolean Pulse = false; // "True" kada je korisnikov otkucaj srca detektovan.
volatile boolean QS = false; // Postaje true kada Arduino pronadje otkucaj
volatile int rate[10]; // niz zadrzava poslednjih 10 IBI vrednosti
volatile unsigned long sampleCounter = 0; // Koristi se za utvrđivanje vremena pulsa
volatile unsigned long lastBeatTime = 0; // Koristi se da nadje IBI
volatile int P =512; // Koristi se da nadje pik u talasnom pulsa
volatile int T = 512; // koristi se da nadje udubljenje u talasu pulsa
volatile int thresh = 525; // koristi se za nalazenje instant momenta srcanog otkucaja
volatile int amp = 100; // korsiti se da zadrži amplitudu talasnog oblika pulsa
volatile boolean firstBeat = true;
volatile boolean secondBeat = false;

void interruptSetup(){
// Inicijalizuje TIMER2 da ubaci pauzu na svakih 2ms
  TCCR2A = 0x02;
  TCCR2B = 0x06;
  OCR2A = 0X7C;
  TIMSK2 = 0x02;
  sei();
}
// TIMER2 se uverava da imamo ocitavanje na svakih 2ms
ISR(TIMER2_COMPA_vect){
  cli(); //onesposobljava prekide dok mi to ne uradimo
  Signal = analogRead(pulsePin);
  sampleCounter += 2;
  int N = sampleCounter - lastBeatTime;
  // Pronaci pik i udubljenje u talasnom obliku
  if(Signal < thresh && N > (IBI/5)*3){
    if (Signal < T){
      T = Signal;
    }
  }
  if(Signal > thresh && Signal > P){
    P = Signal;
  }
  //  Sada trazimo otkucaje srca
  if (N > 250){
    if ( (Signal > thresh)&&(Pulse == false)&&(N > (IBI/5)*3) ){
      Pulse = true;
      IBI = sampleCounter - lastBeatTime;
      lastBeatTime = sampleCounter;
      if(secondBeat){ //if secondBeat == TRUE
        secondBeat = false; // resetuj secondBeat
        for(int i=0; i<=9; i++){
          rate[i] = IBI;
        }
      }
      if(firstBeat){ //if firstBeat == TRUE
        firstBeat = false; // resetuj firstBeat
        secondBeat = true;
        sei(); // Omoguci ponovo prekid
        return;
      }
      word runningTotal = 0; // ocistiti runningTotal promenljivu
      for(int i=0; i<=8; i++){ // pomeram podatke u opsegu niza
        rate[i] = rate[i+1]; // odbacujem najstariju IBI vrednost
        runningTotal += rate[i];
      }
      rate[9] = IBI;
      runningTotal += rate[9];
      runningTotal /= 10;
      BPM = 60000/runningTotal; // BPM pokazuje koliko otkucaja imamo u minutu
      QS = true;
    }
  }
  if (Signal < thresh && Pulse == true){
    Pulse = false;
    amp = P - T;
    thresh = amp/2 + T;
    P = thresh;
    T = thresh;
  }

  if (N > 2500){
    thresh = 512;
    P = 512;
    T = 512;
    lastBeatTime = sampleCounter;
    firstBeat = true;
    secondBeat = false;
  }
  sei(); // omoguciti prekide kada smo gotovi
}

#include<SoftwareSerial.h>   //   Biblioteka   za Bluetooth
SoftwareSerial BTserial(10,11); //RX i TX pinovi za bluetooth modul

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  interruptSetup();             //  Podesen  je  da ocitava signal senzora svakih 2mS
  BTserial.begin(9600);
}

void loop(){
    serialOutput() ;

  if (QS == true){       // Pronadjen je otkucaj srca
        QS = false;   // resetujemo ga za naredni put
  }
  BTserial.print(BPM);     //    Salje    vrednost proracunatog srcanog pulsa
  BTserial.print(";");
  delay(1000);                 //    pauza  izmedju ocitavanja
}
```

Na *smart* uređaju je potrebno da korisnik ima instaliranu Android aplikaciju, koja se zove „mHealth aplikacija“. Ova aplikacija je kreirana samo za potrebe ovog sistema, ali je moguć i dalji razvoj aplikacije. Pomoću

aplikacije se vrši praćenje srčanog pulsa korisnika. Programirana je u *AppInveror* [8] programu, koji je dostupan na Internetu. Na slici 5 je prikazan izgled aplikacije.



Slika 5. Izgled *mHealth* aplikacije.

Pre pokretanja *mHealth* aplikacije neophodno je uključiti *Bluetooth* na Android uređaju. Ukoliko *Bluetooth* nije uključen pre pokretanja aplikacije, onda će se pojaviti obaveštenje da je potrebno uključiti *Bluetooth* na uređaju.

Kada je uključen *Bluetooth* na Android uređaju, tada je potrebno pokrenuti *mHealth* aplikaciju. Na samom vrhu se nalazi polje za unos broja telefona doktora, koji je zadužen za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta. Posle unosa broja telefona potrebno je izvršiti povezivanje Android uređaja sa HC-05 *Bluetooth* modulom. Povezivanje se vrši klikom na dugme „Povezi se“. Nakon klika na ovo dugme, otvara se novi prozor u kome se prikazuje lista uređaja koji su dostupni za povezivanje, a takođe i uređaji sa kojima je Android uređaj ranije bio povezivan, kao i *MAC* adrese tih uređaja.

Kada odaberemo *Bluetooth* modul sa kojim želimo da uspostavimo *Bluetooth* vezu, veza će se uspostaviti, i status veze će se promeniti iz „Veza nije uspostavljena“ u „Veza uspostavljena“. Nakon toga će početi prijem podataka. Podaci se primaju u realnom vremenu, u vremenskom razmaku od 1 sekunde. Vrednosti primljenih podataka se prikazuju u plavom delu ekrana. Ukoliko dođe do prekoračenja zadatih vrednosti pulsa, koje su definisane prilikom programiranja aplikacije, onda će se boja plavog dela ekrana promeniti u crvenu boju i automatski će se poslati SMS poruka, sa tekstom „Srčani puls pacijenta je izvan granica normale“, na broj koji je prethodno unesen. Ukoliko puls pacijenta bude konstantno izvan granica normale, poruke će se slati jedna za drugom, sve dok se puls ne vrati u granice normale. Time je omogućeno da se obavesti doktor o zdravstvenom stanju pacijenta, tako da može odmah da reaguje i obavesti pacijenta koje mere treba da preduzme kako bi mu se puls stabilizovao.

Takođe, postoji i dugme za prekid *Bluetooh* veze, ukoliko ne postoji potreba za merenjem pulsa.

IV. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se razvije sistem koji bi mogao da omogući praćenje srčanog pulsa pacijenta. Ovaj sistem ima mnoštvo prednosti, kao što su praćenje zdravstvenog stanja pacijenta u realnom vremenu, brzo reagovanje u slučaju pogoršanja zdravstvenog stanja, smanjivanje troškova pacijenta koji bi morao da često ide na kontrole i slično.

Razvijeni sistem predstavlja idejno rešenje za korišćenje ovakvih sistema u zdravstvu. Za realno korišćenje ovakvog sistema je neophodno da pojedini delovi sistema imaju znatno manje dimenzije, prvenstveno mikrokontroler i *Bluetooth* modul. Takođe, neophodno je i da senzori budu bežični, tako bi korišćenje ovakvih uređaja bilo jednostavnije i pacijentu ne bi smetalo prilikom nošenja.

ZAHVALNICA

Rešenje prikazano u ovom radu deo je master rada na studijskom programu Telekomunikacije, modul Radiokomunikacioni inženjering i tehnologije. Praktična realizacija je izvedena u Laboratoriji za mikrotalasnu tehniku i bežične komunikacije pod mentorstvom doc. dr Zlatice Marinković i dr Aleksandra Atanaskovića.

LITERATURA

[1] A. Uzelac, D. Zoranović, N. Gligorić, M. Vučetić, S. Vuković, *„Unapređenje zdravstvenog sistema zemalja u razvoju primenom mobilnih tehnologija“*, Arhiv za tehnicke nauke, Vol. 5, No. 1, 2011, pp. 63-70., *http://www.arhivzatehnickenauke.com/files/arhiv%205/Unapre%C4%91enje%20zdravstvenog%20sistema.pdf*

[2] Wikipedia, *„mHealth“*, *https://en.wikipedia.org/wiki/Mhealth*

[3] Wikipedia, *„Bodi Area Network“*, *https://en.wikipedia.org/wiki/Body_area_network*

[4] Sana Tmar-Ben Hamida, Elyes Ben Hamida, Beena Ahmed, *„A New mHealth Communication Framework for Use in Wearable WBANs and Mobile Technologies“*, Sensors, Vol. 15, No. 2, 2015, pp. 3379-3408., *http://www.mdpi.com/1424-8220/15/2/3379/htm*

[5] Pulse sensor, *http://pulsesensor.com/*

[6] Arduino, *https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno*

[7] *Serial Port Bluetooth Module (Master/Slave):HC-05*, *https://www.itead.cc/wiki/Serial_Port_Bluetooth_Module_(Master/Slave)_:_HC-05*

[8] AppInvertor, *http://appinventor.mit.edu/explore*

Proračun i izrada Teslinog transformatora

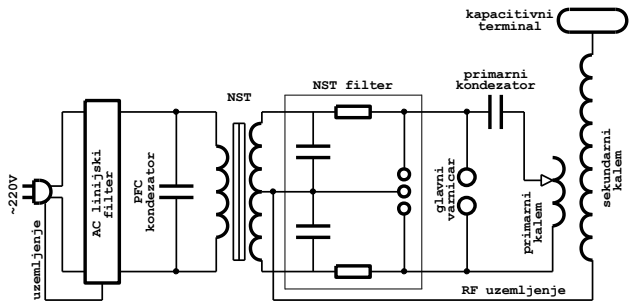
Božidar Nikolić, Petar Mirković, Petar Popović, Ilija Milojković, Violeta Dimić

Abstract - In this paper modified construction of Tesla's transformer is shown. Advantages and disadvantages of certain parts of transformers are described, as well as how to specify parameters. Also, Tesla's transformer in terms of the principle of operation is depictured, as well as processes in his work report. Nowadays application of transformer is in field studies of dielectric strength of insulating materials. A modified version in a project for production of Tesla's transformer is used. It differs in details related to the conformation and high voltage transformer protection from original Tesla's transformer.

I. UVOD

Teslin transformator je uređaj visokih napona, visoke frekvencije. Naponi su reda od nekoliko stotina kV do nekoliko MV, a frekvencija od 25kHz do 1MHz. U ovom radu bavićemo se klasičnim Teslinim transformatorom sa varničarem. Tesla je takođe osmislio i napredniji tip transformatora - uveličavajući predajnik - koji se sastoji od tri kalema umesto dva i radi na nesto složeniji način.

Teslin transformator (u daljem tekstu TT) je tip transformatora sa vazdušnim jezgrom. On se prvobitno koristio za eksperimente u proizvodnji munja, istraživanju osvetljenja, fosforoscencije, proizvodnju rendgenskih zraka, elektroterapije, bežičnog prenosa signala i energije na daljinu. Na slici 1 je prikazana osnovna šema TT [1].



Slika 1. Osnovna šema Teslinog transformatora.

T. Fric dizajnirao je zaštitni NST filter specijalno za rad TT. Sastoji se od uzemljenog varničara, nisko-propusnog filtera i varistora i povezan je između NST i primarnog kola. Ovaj filter je potreban samo ako se koristi NST zbog njegove osetljivosti.

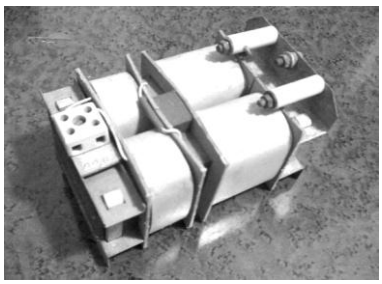
Božidar Nikolić, Petar Mirković, Petar Popović, Ilija Milojković su učenici III razreda obrazovnog profila Elektrotehničar informacionih tehnologija, ETŠ "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Srbija.

Violeta Dimić je profesor stručnih predmeta ETŠ "Nikola Tesla", e-mail: viki@etstesla.ni.ac.rs, etstesla@etstesla.ni.ac.rs

II. PRORAČUN I IZRADA

Visokonaponski transformator

Visokonaponski transformator je najvažniji deo TT. To je indukcioni transformator za podizanje napona gradske mreže na visoki napon neophodan za rad TT. Kao visokonaponski transformator (u daljem tekstu VNT) koristi se transformator za napajanje neonskih reklama, koji je prikazan na slici 2. Najčešće se VNT koristi za manje snage TT. Oni obično imaju radni napon od 6kV do 15kV sa izlaznom strujom u granicama od 30mA do 60mA. Njih je najlakše nabaviti ali su zato previše osetljivi pa im je potrebno obezbediti dodatnu zaštitu.



Slika 2. Transformator za napajanje neonskih reklama.

U našem radu za napajanje koristimo VNT sledećih rms karakteristika (**rms** je vrednost jednosmerne struje koja proizvodi istu snagu na čisto omskom opterećenju): *U = 6000V, I = 40mA*. Na osnovu rms karakteristika možemo izračunati snagu *P*, kao što je prikazano u jedn. 1, koja može poslužiti kao gruba procena za dužinu varnica:

$$P = U \times I = 6000V \times 0.04A = 240W \quad (1)$$

Za veće snage mogu se paralelno povezati nekoliko transformatora u cilju povećanja izlazne struje. Treba izračunati i impendansu *Z* transformatora, kao u jedn. 2:

$$Z = U / I = 6000V / 0.04A = 150\ k\Omega \quad (2)$$

Dužina varnice

Zbog gubitaka energije teško je postići vrednost koja nije zavisna samo od veličine napona na vrhu opterećenja, ali za neku procenu možemo koristiti sledeću jedn. 3:

$$L \approx 4.32\ (P_{in})^{1/2}, \quad (3)$$

gde je P_{in} izlazna snaga transformatora u W a L dužina varnice u cm. U našem slučaju bi bilo $L \approx 67\ cm$.

Postoje preciznije formule koje uzimaju u obzir i druge faktore, ali ako imamo u vidu gubitke kao i sam dizajn komponenti, varnice su dužine od 30cm do 40cm.

AC linijski filter

U cilju zaštite elektronskih uređaja povezanih na mrežu od prelaznih pojava napona i struja kao i pojave radio smetnji kod rada TT, preporučuje se ubacivanje linijskog filtera između gradske mreže i VNT.



Slika 3. Linijski filter.

PFC kondezator

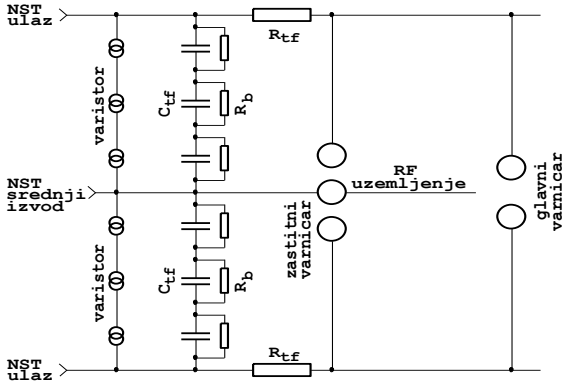
VNT zbog induktivnog karaktera unosi faznu razliku između napona i struje u granicama $0 \div 90^{\circ}$. Kada napon i struja nisu u fazi snaga nije jednaka $U \cdot I$. Zbog toga struja kroz VNT može biti dosta veća, pa smanjuje efikasnost prenosa snage. Za prevazilaženje problema primarnom navoju VNT se paralelno dodaje kondezator (kapacitet se izračunava po jedn. 4) da bi se smanjila fazna razlika:

$$C_{PFC} = P / (2\pi f V_{in}^{2}) \qquad (4)$$

Zamenom vrednosti u jedn. 4 dobijamo kapacitivnost $C_{PFC} = 240 / (2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 230^{2}) = 14.4\mu F$.

VNT zaštitni filter

VNT u TT mora izdržati prelazne pojave struja i napona kao i visokofreventne naizmenične struje.



Slika 4. Šema VNT filtra.

Da bi se obezbedio duži životni vek, VNT treba zaštiti kao što je prikazano na slici 4[2].

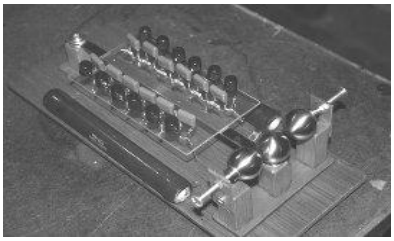
VNT filter sastoji se od tri komponente: varistora, RC filtera i zaštitnog uzemljenog varničara. U našem slučaju za VNT, koji ima napon od $2 \cdot 3000V$, maksimalna vrednost AC napona po jednoj strani biće $U_m = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$ odnosno $U_m = 4242V$. Kako je maksimalno dozvoljeni AC napon varistora 420V, u našem filteru koristimo 10 varistora po jednoj strani.

U jednačini 5 kapacitivnost C ($C=C_{tf}/7$) je redna veza 7 kondenzatora kapacitivnosti $C_{tf}=4.7nF$, što daje vrednost $C=670pF$. Granična frekvencija se izračunava pomoću jedn. 5:

$$f_{gr} = 1/(2\pi \cdot R_{tf} \cdot C),$$

$$f_{gr} = 1/(2\pi \cdot 1200\Omega \cdot 670\ pF) \sim 200kHz \qquad (5)$$

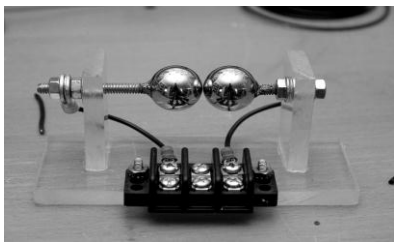
Ove komponente pomažu da se VNT zaštiti od naponskih pikova, u slučaju da glavni varničar ne provede. Oni nisu neophodni ali daju dodatnu sigurnosnu zaštitu. Uloga filtera je da blokira radnu struju i struju viših harmonika da se vrate u VNT. Zaštitni varničar, prikazan na slici 5, ima ulogu da provede kada se prekorače normalne VNT vrednosti napona.



Slika 5. Zaštitni varničar.

Glavni varničar

Glavni varničar ima nepokretne elektrode i prikazan je na slici 6. Kada napon na krajevima elektroda dovoljno visok, vazduh između elektroda postaje jonizovan i počinje da se odvija lavinski efekat. Vazduh unutar varničara dostiže visoku temperaturu i postaje dobar provodnik. U jednom trenutku struja počinje da teče, održavajući zagrejanim jonizovani vazduh, i kanal je otvoren. Napon provođenja određuje se rastojanjem elektroda.



Slika 6. Glavni varničar.

Statički jaz provodi uvek kada napon ide iznad napona provođenja, što je dobro, jer ako je statički jaz pravilno podešen, kondezator se prazni kada je potpuno napunjen. Da bi došlo do bržeg gašenja varničara pribegava se odvođenu jonizovanog vazduha putem, recimo ventilatora, čime se ujedno i sam varničar hladi.

Primarni kodezator

Primarni kodezator mora biti napunjen na visoki napon, recimo 10kV, za nekoliko ms, a zatim potpuno ispražnjen kroz primarni kalem takođe za vreme koje se meri u ms. Ovo dovodi do velikih pikova struja, brzih preokreta napona i visokog dielektričnog naprezanja. Zbog toga izradi ovog kondezatora treba posvetiti pažnju [3] .

Da bi se koliko toliko zaštitili od gore navedenih i drugih neželjenih efekata, često se vezuje više kondezatora. Postoji više tipova kondezatora koji se koriste u TT ali mi ćemo se zadržati na izboru komercijalno dostupnih kondezatora koji predstavljaju odličan izbor za primarni kondezator TT. Loša strana im je što su skuplji ali su zato znatno pouzdaniji.

Takozvani MMC kondenzator sastoji se od većeg broja komercijalnih kodezatora povezanih zajedno u seriji i paralelno da bi se postigao željeni napon, kapacitet i zadovoljili i drugi kriterijumi.



Slika 7. Primarni kondenzator.

MMC kondezator raspodeljuje visok napon na više kondezatora što znači da je dielektrik u svakom kondezatoru izložen manjem naprezanju.

Vrednost ovog kondezatora mora biti takva da se LC sprega prilagodi naizmeničnom generatoru, odnosno VNT-u. Ovu vrednost određujemo iz uslova, jedn. 6, da je sekundar VNT-a u rezonansi na 50Hz sa C_{res} [2]:

$$C_{res} = 1 / (2\pi f Z) \quad (6)$$

Rezonantno pojačanje u primarnom kolu je, C_{res} = 1/(2π x 50 x 150000)=21.2 nF, važan faktor za TT i mora ostati pod kontrolom da ne bi oštetili druge komponente. Koristili smo kondezator koji je veći od rezonantnog (LTR) za faktor 1.5-2. Nakon ovoga naš kapacitet bi imao vrednost C_{LTR} ~ 34nF.

Za tolerancije napona proboja kondezatora smo koristili jedn. 7:

$$T_V = V_{VNT} \cdot 2^{1/2} \cdot 1.5 \sim 12000V \quad (7)$$

Jedna od važnih karakteristika kondezatora je dV/dt (jedn. 8), koja predstavlja brzinu punjenja/pražnjenja kondezatora (jedinica je V/s). Za ocenu primene našeg kondezatora koristćemo sledeći način.

Maksimalna amplituda našeg VNT napona je V_{max} = $1.41 \cdot V_{VNT}$ = 8460V. Sa 6 kapaciteta u seriji, svaki će imati vrednost napona na sebi od 8460/6=1410 . Ako znamo rezonantnu frekvenciju (f_r~230kHz) TT, onda je

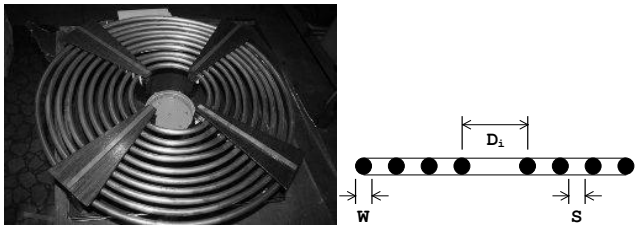
$$dV/dt = 2 \cdot \pi \cdot f_r \cdot V_{VNT} \cdot 2^{1/2} / n \quad (8)$$

Kako je dV/dt =$2037 \cdot 10^6$ V/s, a u katalogu je u V/μs, dobijenu vrednost treba podeliti sa 10^6. Svaka vrednost koja u katalogu ima veću od ove za 10% i više, je pogodana za izbor kondezatora TT.

Prilikom izrade, svakom od kondezatora se paralelno vezuje otpornik, i njihova uloga je da obezbede glatko punjenje/pražnjenje kondezatora a i da spreče kondezator da sačuva visoki napon posle isključenja. Obično je vrednost ovog otpornika 10MΩ/0.5W. Preporučuje se prilikom ugradnje da kondezator i pripadajući otpornik budu sa raznih strana PVC ploče da se izbegne njihovo međusobno varničenje. Kondezatori moraju biti polipropilenskog tipa.

Primarni kalem

Uloga primarnog kalema je da sa primarnim kondezatorom formira LC rezonantno kolo visoke frekvencije i da energiju prenese sekundarnom kalemu.



Slika 8. Primarni kalem.

Primarni kalem, prikazan na slici 8, ima 8 navoja šuplje bakarne cevi prečnika 8mm sa podesivim kliznim kontaktom kako bi mogli menjati primarnu induktivnost. Podešavanje se vrši metodom pokušaja i greške, pa u ovom trenutku i nije toliko bitna tačna vrednost primarne induktivnosti. U našem radu to je ravni spiralni kalem sa razmakom između navoja od 8mm.

Ova geometrija kalema dovodi do manjeg stepena sprege između primarnog i sekundarnog kalema. Izračunavanje ove induktivnosti je prikazano u jedn. 9 [4] :

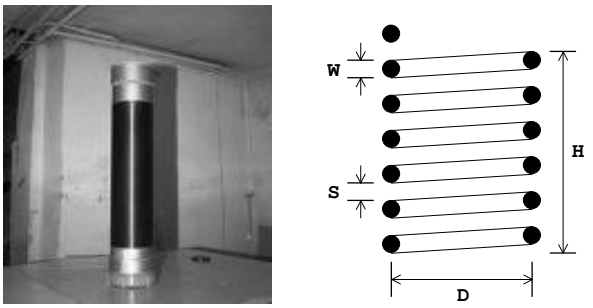
$$L_p(\mu H) = (N \cdot A)^2 / (25.4 \cdot (30A - 11D_i)), \quad (9)$$

gde je $A = (D_i + N \cdot (W+S)) / 2$, (A, D_i, W i S su u mm).

U našem slučaju sa brojem podesivih navoja od 6 do 8, ova induktivnost bi bila u granicama: 16.1μH < L_p < 21.3μH. Za 7 navoja, L_p=15.4 μH, a f_p~220kHz.

Sekundarni kalem

Funkcija sekundarnog kalema, prikazanog na slici9, je da prikupi energiju primarnog kalema. Kalem je sa vazdušnim jezgrom i ima 900 namotaja, lakom izolovane bakarne žice prečnika 0.3mm do 0.6mm, gusto motanih.



Slika 9. Sekundarni kalem.

Induktivnost sekundarnog kalema izračunavamo po jedn. 10:

$$L_s = (N \cdot R)^2 / (25.4 \cdot (9R+10H)), \quad (10)$$

gde je H visina kalema (H=N·d), d prečnik lakom izolovane bakarne žice (w+s), a R=D/2 poluprečnik kalema. Za N=900, R=55mm, a H=505mm i (w+s)~0.56, dobijamo L=17.4 μH. Još jedan važan faktor je dužina potrebne žice za motanje sekundarnog kalema, koja se izračunava jedn. 11:

$$l = 2 \cdot \pi \cdot N \cdot R, \quad (11)$$

gde je R poluprečnik sekundarnog kalema. U našem slučaju vrednost l~310m.

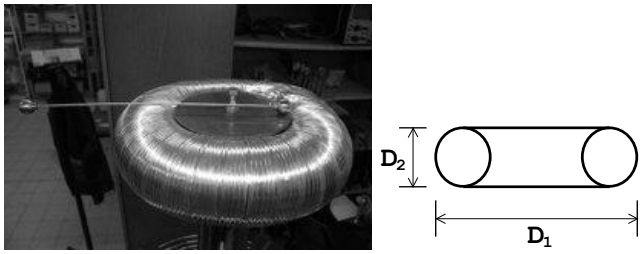
Sekundarni kalem takođe ima i svoju sopstvenu kapacitivnost C_{sc} zbog velikog broja namotaja (Medhurst formula):

$$C_{sc} = 0.29 \cdot H + 0.41 \cdot R + 1.94 \cdot (R^3/H)^{1/2} \quad (12)$$

Za naš kalem dobijamo C_{sc}~8pF. Sekundarni kalem je takođe i λ/4 antena. Odgovarajuća talasna dužina je $\lambda = c/f$, gde je c – brzina prostiranja svetlosti, a f pripadajuća frekvencija. Pošto se na λ/4 javlja prvi maksimum napona, kao meru dužine sekundarne žice uzimamo λ/4. U ovom radu, λ/4~310m, dobijamo f_s~240kHz, što je približno jednako f_p, koja je u relaciji sa $f_s=1.1 \cdot f_p$. Za naš prečnik sekundarnog navoja od 11cm, koristimo odnos prečnika i visine sekundarnog navoja 1:5.

Kapacitivni terminal

Kada smo odredili veličinu sekundarnog kalema i f_r~230kHz, treba odrediti i završno kapacitivno opterećenje. Kako ovoj vrednosti f_r odgovara C_s~30pF, a koja obuhvata i C_{sc}~8pF, naše završno kapacitivno opterećenje treba imati vrednost 19-22pF. Ono može imati oblik torusa, kugle ili bilo kog oblika bez oštrih uglova [5] i prikazano je na slici 10.



Slika 10. Kapacitivni terminal.

Ako je kapacitet na vrhu mali (ili nepostoji) većina sekundarnog kapaciteta biće u sekundarnom namotaju pa se energija uglavnom rasipa u vidu toplote između navoja. Zato postoji neki optimalni kapacitet. Na dužinu varnice ima uticaj i hrapavost površine (efekat šiljka) pa za duže varnice površina kapacitivnog opterećenja treba biti glatka.

Kapacitet toroidnog opterećenja C_{tl} možemo približno proceniti jedn. 13:

$$C_{tl} = 0.0977 \cdot (1.278 - D_2/D_1) \cdot ((D_1 - D_2) \cdot D_2)^{1/2}, \quad (13)$$

gde je D_2 prečnik cevi toroida, a D_1 prečnik toroida. D_2 je jednak prečniku sekundarnog kalema. Odnos D_1/D_2 treba biti između 3 i 4. Veličina rastojanja između završetka sekundarnog kalema i toroidalnog opterećenja treba približno biti jednak D_2. Za vrednosti sa D_2 =110mm, D_1=440mm, dobijamo C_{tl}=19.2 pF

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu je razmatrana klasična konstrukcija TT. Urađeni su proračuni za: primarni kondenzator na osnovu snage VNT-a, primarni kalem, sekundarni kalem, završno kapacitivno opterećenje kao i filter za zaštitu VNT-a. Izvršen je i faktor korekcije VNT-a. Na osnovu ovih proračuna izrađen je TT. Dalja istraživanja VF struje i napona bila bi u pravcu ispitivanja mogućeg prenosa signala između dva transformatora.

ZAHVALNICA

Autori se posebno zahvaljuju Ljubodragu Dimiću, projektantu, na stručnoj pomoći i timu za finansijsku podršku projekata firme "INA Design&Engineering" iz Novog Pazara.

LITERATURA

[1] Prof.dr.sc. Ivo Uglešić, dipl.ing.; Dr sc.Viktor Milardić, dipl.ing., Izabrana poglavlja tehn. visokog napona, Zagreb, 2007.
[2] http://deepfriedneon.com
[3] Stojan Ristić, Elektronske komponente, Elektronski fakultet, Niš, 2011
[4] http://richieburnett.co.uk/tesla.shtml
[5] The self-resonance and self-capacitance of solenoid coils: applicable theory, models and calculation methods by David W Knight Version 1.00,May 2016. DOI:10.13140/RG.2.1.1472.0887

Merač količine alkohola u krvi

Milan Stojanović, Danilo Marković, Igor Arsić, Danko Danković

Abstrakt – Ovaj rad predstavlja praktičnu realizaciju uređaja za merenje broja promila alkohola u krvi, uzorkovanjem daha onoga ko želi proveru stanja pomoću mobilnog uređaja.

I. Uvod

Učestala pojava u današnjem društvu jeste vožnja u alkoholisanom stanju koja predstavlja čest uzrok saobraćajnih nezgoda. Konzumiranje alkohola, kao i vožnja pod dejstvom istog je svakodnevna pojava. Zbog problema plaćanja kazni usled kontrole prisustva alkohola u krvi kod vozača kao i povećanja bezbednosti učesnika u saobraćaju, realizovan je uređaj za detekciju količine alkohola u krvi, kojim bi se svaka savesna osoba mogla testirati u ličnoj režiji.

II. Karakteristike i namena

Uređaj za merenje alkohola u krvi, realizovan je pomoću Arduino razvojnog okruženja i senzora alkohol gasa MQ-3 povezanog na navedenu pločicu. Ideja je zasnovana na malom praktičnom uređaju, koji je prenosiv i čija se funkcionalnost realizuje preko pametnog uređaja (mobilni telefon, tablet računar itd.) koji poseduje Bluetooth Low Energy (BLE) [1] podršku.



Sl. 1. Senzor alkohol gasa MQ-3.

Milan Stojanović, učenik četvrtog razreda tehničke škole “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, , E-mail: dicko98@hotmail.rs

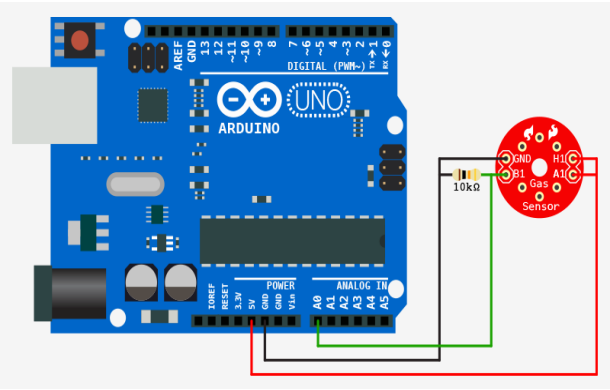
Danilo Marković, učenik četvrtog razreda tehničke škole “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, , E-mail: danilom99@hotmail.co.uk

Igor Arsić, nastavnik u tehničkoj školi “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija,, E-mail: icko78@hotmail.rs

Danko Danković, nastavnik u tehničkoj školi “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija,, E-mail: ddanko@live.com

III. Konstrukcija

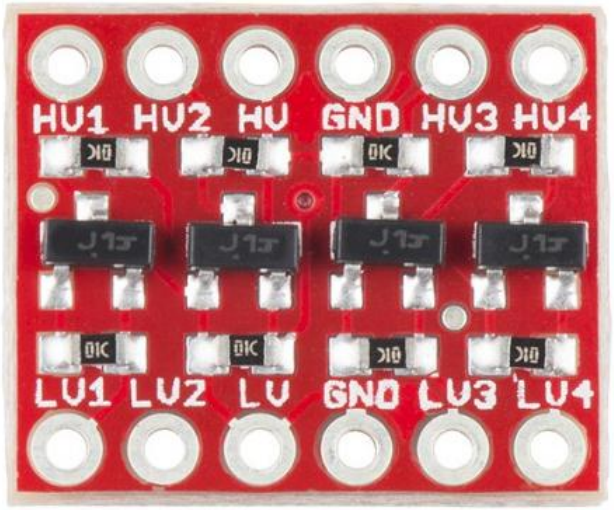
Za razvoj uređaja u osnovi je korišćena Arduino Uno razvojna pločica [2] sa 5 analognih pinova, od kojih je korišćen jedan pin za povezivanje samog senzora. Senzor koji je bio potreban za realizaciju ovog uređaja jeste alkohol gas senzor MQ-3 (slika 1). Za povezivanje samog senzora sa Arduino razvojnim okruženjem, potrebna je pločica senzora gasa (slika 2). Podaci izmereni ovim putem očitani su na računaru sa kojim je uređaj povezan. Daljim usavršavanjem, razvijen je prototip uređaja u čijoj se osnovi nalazi Blueduino pločica, koja je sinteza Arduino razvojnog okruženja i Bluetooth modula. Samim tim, merenja se očitavaju preko gore navedenih pametnih uređaja. Senzor MQ-3 zahteva 5V napajanja jednosmerne ili naizmenične struje, poseduje grejač otpornosti 33Ω±5% čija potrošnja ne prelazi preko 750mW. Senzor može detektovati koncentraciju alkohola u rasponu od 0.05mg/L do 10mg/L [3]. Povezivanje senzora i ploče izvršeno je preko pločice senzora gasa [4], čije je povezivanje ostvareno kao na slici 2 u slučaju korišćenja Arduino Uno ploče.



Sl. 2. Povezivanje pločice senzora gasa sa Arduino Uno pločom.

Ukoliko se sensor alkohol gasa povezuje sa Blueduino pločicom, potrebno je povezati dodatni bidirekcioni konvertor logičkih naponskih nivoa jer sam senzor radi na 5V DC napona, dok Blueduino poseduje samo pin sa 3.3V DC napona. Bidirekcioni konvertor logičkih naponskih nivoa je mali uređaj koji bezbedno spušta 5V signal na 3.3V i obrnuto [5]. Na slici 3 se nalazi prikaz bidirekcionog konvertora Sparkfun Bob-12009, korišćenog za podizanje sa 3.3V na 5V napona. Na “HV” pin konvertora povezuje se 5V pin senzora, dok se slusedni pin “GND” gore vezuje na “GND” senzora. “LV” pin se povezaje se sa “Blueduino” 3.3V pin a njemu susedni “GND” vezuje na “GND” Blueduino pločice. “HV1” i “HV2” služe za povezivanje “TX” i “RX” pinova senzora, a “LV1” i “LV2” za povezianje “TX” i “RX” pinova “Blueduino”

pločice. Svi pinovi senzora povezuju se na isti način i na Arduino Uno i na Blueduino ploči, sa razlikom što uređaj sa Arduino Uno pločom napajanje dobija od računara dok uređaj sa Blueduino pločom napajanje dobija iz nezavisne punjive Li-Polimer baterije kapaciteta 850mAh i napona od 3.7V.



Sl. 3. Bidirekcioni kovertor logičkih naponskih nivoa.

Za programiranje funkcionalnosti uređaja korišćeno je Arduino desktop programsko okruženje. Potrebno je prvenstveno odrediti razvojno okruženje koje će se isprogramirati.

Na slici 4 može se videti kod očitavanja osnovnih vrednosti napona sa senzora.

sketch_MQ3 | Arduino 1.6.8

File Edit Sketch Tools Help

sketch_MQ3

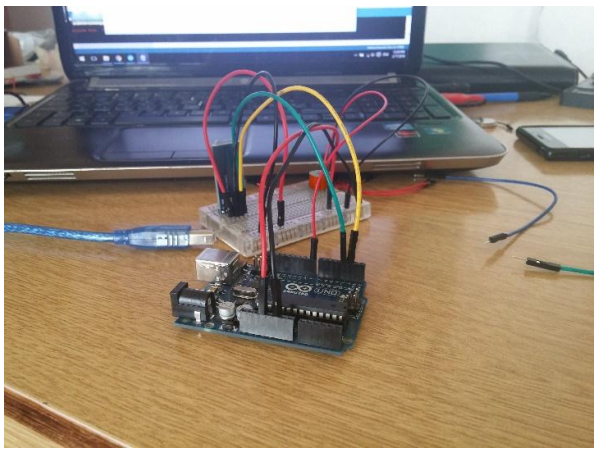
```
int mq3_analogPin = A0; // povezano na izlazni pin MQ3 senzora
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Očitana vrednost alkohola u krvi je je:");
}

void loop()
{
  int mq3_value = analogRead(mq3_analogPin);
  Serial.println(mq3_value);

  delay(2500); //Vreme ponovnog prikaza čitanja vrednosti izlaza.
}
```

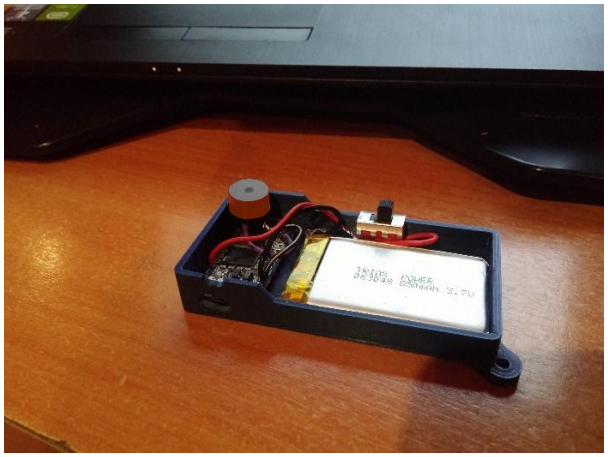
Sl. 4. Arduino kod za MQ-3 senzor.

Nakon procesa programiranja i povezivanja samog uređaja (slika 5) naprava je tesitrana u Arduino programskom okruženju, gde je potvrđena njegova funkcionalnost.



Sl. 5. Prototip uređaja tokom testiranja.

Posle završetka testiranja prototipa uređaja, pristupljeno je izradi finalnog proizvoda pri čemu je bilo potrebno zalemiti pinove same Blueduino pločice i senzora. Kod je u slučajevima korišćenja obe razvojne ploče isti.



Sl. 6. Finalni izgled uređaja.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE UREĐAJA

Čitanje vrednosti sa uređaja zasnovanog na Arduino ploči postignuto je posedovanjem instaliranog Arduino programskog okruženja na desktop i laptop računaru. Na slici 4, prikazan je kod funkcionalnosti aplikacije kojim je postignuto očitavanje vrednosti sa uređaja u Arduino programu.

Za korišćenje uređaja zasnovanog na sinzeti Blueduino pločice i senzora, potrebno je posedovati „pametan“ uređaj sa Bluetooth Low Energy (BLE) podrškom. Neophodno je preuzeti aplikaciju „BLE Scanner“ sa „PlayStore-a“. Po ulasku u istu, potrebno je uparivanje „pametnog“ uređaja sa uređajem za merenje količine alkohola u krvi. U aplikaciji postoji opcija čitanja podataka sa bilo koje vrste senzora povezanog sa „Blueduino“ pločicom, čijim je odabirom izvršeno očitavanje osnovnih vrednosti napona sa senzora.

Funkcionalnost uređaja testirana je pomoću policijskog „Dräger alcotest 7410 plus“ alkotesta, na kojem dobijeni rezultati posle konzumiranja 3dl piva kod osobe muškog pola, težine 66kg, iznose 0.27 promila alkohola u krvi. Na našem uređaju, nakon istog postupka, rezultati iznose 0.26 promila alkohola u krvi. Test je ponovljen nakod 2 dana sa količinom od 0,5l piva, posle kog rezultat iznosi 0.45 promila alkohola u krvi, dok je na uređaju jednak 0.43 promila.

Utvrđeno je da uređaj za merenje alkohola u krvi ima odstupanje od ±4%.

V. ZAKLJUČAK

Na kraju, može se zaključiti da je merač kontrole alkohola u krvi korisno i efikasno „džepno“ izdanje elektronskog uređaja, koje pruža mogućnost prikaza količine alkohola u krvotoku na vlasnikovom „pametnom“ uređaju (mobilni telefon, desktop računar, laptop, tablet), te samim tim podiže svest vozaču o njegovoj sposobnosti i bezbednosti za predstojeću vožnju, čime značajno može doći do smanjenja saobraćajnih nezgoda i naplata kazni.

U današnjici, ovakav tip uređaja može imati širok spektar korisnika zbog svoje primenljivosti i veličine, što mu daje pozitivne uticaje za dalji razvoj.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se Tehničkoj školi „Rade Metalac“ iz Leskovaca za finansijsku podršku u realizaciji ovog projekta, PU u Lekovcu na ustupanju alkotest aparata i drugu iz razreda Danilu Radivojeviću za učestvovanje u testiranju uređaja.

REFERENCE

[1] Kevin Townsend, Carles Cufi, Akiba & Robert Davidson „Getting Started with Bluetooth Low Energy: Tools and Techni ques for Low-Power Networking“, O’Reilly Media, Sebastopol, CA 954721

[2] Paolo Zenerović „ARDUINO kroz jednostavne primere“, Denona d.o.o, Getaldićeva 2, Zagreb

[3] https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/MQ- 3.pdf

[4] https://www.sparkfun.com/products/8891

[5] https://learn.sparkfun.com/tutorials/bi-directional-logic-level-converter-hookup-guide

Uređaj za kontrolu koncentracije gasova i klimatskih faktora u industriji

Milan Stojanović, Danilo Marković, Igor Arsić, Danko Danković

Sadržaj - Ovaj rad predstavlja praktičnu realizaciju uređaja za merenje koncentracije gasova i koji se koristi za merenje kocentracije gasova kao što su ugljen-monoksid, vodonik kao i za merenje temperature i vlažnosti vazduha i atmosferskog pritiska u industrijskim proizvodnim halama.

I. UVOD

Jedan od većih problema sa kojima se industrija susreće jeste ispuštanje štetnih gasova, povećanje temperature kao i vlažnosti vazduha u pogonima zbog čega može doći do neželjenih efekata i ostavljanja brojnih posledica zaposlenima. Samim tim, neželjeno izbacivanje tih supstanci može uzrokovati i eksploziju zbog čega je bitno primetiti ukoliko dođe do toga i biti na vreme upozoreno stručno lice koje treba pristupiti rešavanju tog problema.

Zbog sretanja sa ovakvim slučajevima, realizovan je uređaj za kontrolu koncentracije gasova i klimatskih faktora u industriji, koji se povezuje sa računarom ili pametnim mobilnim uređajem.

II. KARAKTERISTIKE I NAMENA

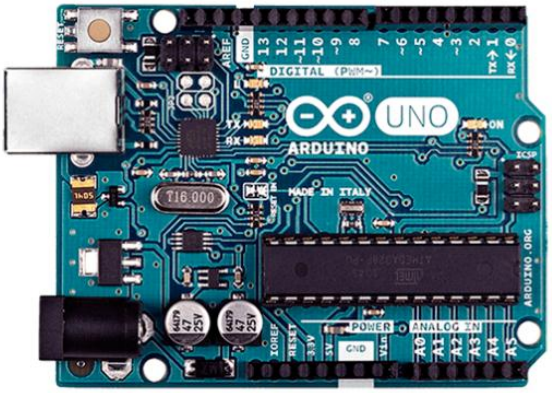
Uređaj za kontrolu koncentracije gasova i klimatskih faktora u industriji, funkcioniše na principima rada Arduino Uno razvojnog okruženja[4] i senzora povezanih na navedenu pločicu. Ideja je zasnovana na praktičnom uređaju koji je lako prenosiv i upotrebljiv na različitim lokacijama uz minimalna podešavanja računara povezanog sa elektronskim sklopom na kojem su očitane potrebne informacije.

Postavljanjem naprave u prostoru za koji je potrebno sagledati željene parametre, sa triju senzora (senzor toplote i vlažnosti vazduha, senzor vodonik gasa, senzor isparenja ugljen-monoksida), vrednosti očitavanja koncentracije se prenose do Arduino ploče na čijim pinovima su senzori povezani. Neophodno je povezati Arduino razvojno okruženje se računarom koji poseduje Arduino desktop aplikaciju na kojoj se mogu očitati svi podaci koje su senzori zabeležili.

III. KONSTRUKCIJA

U osnovi konstrukcije uređaja nalazi se Arduino Uno ploča sa 14 digitalnih I/O pinova, korišćenih za povezivanje senzora. Od senzora korišćeni su senzor koncentracije ugljen-monoksida MQ-7 (slika 3a), senzor koncentracije vodoonika MQ-8 (slika 3b) kao i senzor vlažnosti i temperature RHT03 (slika 4).

Za povezivanje MQ-7 i MQ-8 senzora sa Arduino Uno razvojnim okruženjem (slika 1), potrebne su dve ploče senzora gasa namenje toj primeni.



Slika 1. Arduino Uno razvojno okruženje.

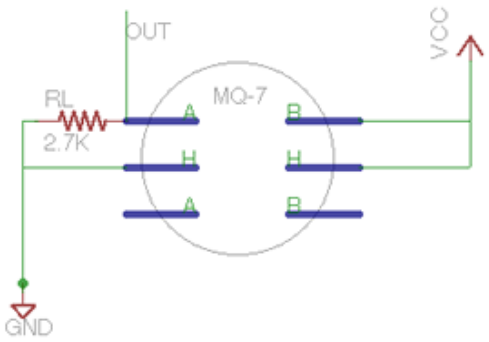
Prilikom realizacije elektronskog dela uređaja, iskorišćeno je Arduino Uno razvojno okruženje na čijem su pinovima umetnuti senzori. MQ-7 i MQ-8 senzori, imaju visoku osetljivost i brz odziv, a izlaz im je analogna otpornost. Jedan kraj stavljen je u pin za dovod jednosmerne struje napona 5V na namotaj internog grejača, a drugi je povezan sa otpornikom na izlaz sa analogno digitalnim konvertorom(ADC).

Milan Stojanović, učenik četvrtog razreda srednje tehničke škole “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 leskovac, Srbija, , E-mail: dicko98@hotmail.rs

Danilo Marković, učenik četvrtog razreda srednje tehničke škole “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 leskovac, Srbija, , E-mail: danilom99@hotmail.co.uk

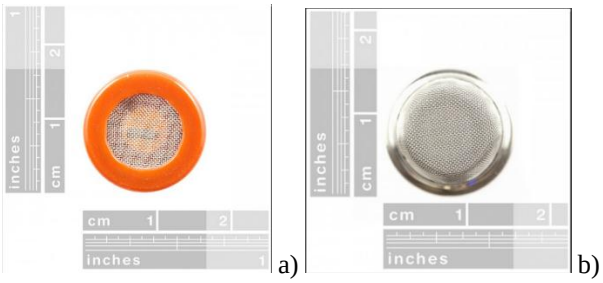
Igor Arsić, nastavnik u srednjoj tehničkoj školi “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 leskovac, Srbija,, E-mail: icko78@hotmail.rs

Danko Danković, nastavnik u srednjoj tehničkoj školi “Rade Metalac”, Dimitrija Tucovića bb, 16000 leskovac, Srbija,, E-mail: ddanko@live.com



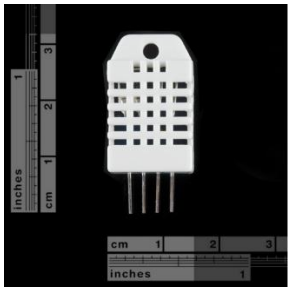
Slika 2. Primer električne šeme povezivanja MQ-7 senzora.

MQ-7, pogodan je za merenje ugljen-monoksida (CO) u vazduhu i registruje ga u koncentracijama od 20 do 2000ppm [1], dok je MQ-8 pogodan za detekciju koncentracije gasa vodonika (H2) u vazduhu od 100 do 10000ppm [2].



Slika 3. a) Senzor ugljen-monoksida, b) Senzor gasa vodonika.

Senzor vlažnosti i temperature RHT03, (poznat i pod nazivom DHT-22), je senzor sa jednožičnim digitalnim interfejsom. Kalibrisan je i ne zahteva dodatne komponente za povezivanje. Vezan je za pin dovoda struje napona od 3.3V do 6V. Sposoban je za detektovanje vlažnosti 0-100% RH sa tolerancijom od +-2% i temperature od -40 do 80 C° sa tolerancijom od +-0,5 C° [3].



Slika 4. Senzor vlažnosti i temperature.

Izrađena pločica dalje je programirana i testirana u Arduino programskom okruženju za desktop i laptop računare.

```
int sensorValue;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);      // sets the serial port to 9600
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(0);       // read analog input pin 0
  Serial.println(sensorValue, DEC);  // prints the value read
  delay(100);                        // wait 100ms for next reading
}
```

Slika 5. Arduino kod za korišćenje senzore.

IV. Zaključak

Na kraju se može zaključiti da je uređaj za kontrolu koncentracije gasova i klimatskih faktora u industriji jedno korisno, „džepno“ izdanje elektronskog uređaja, sa kojim će stručna lica imati mogućnost dobijanja željene informacije o koncentraciji određenih gasova u svojim pogonima u bilo kom trenutku na svojim „pametnim“ uređajima (mobilni telefon, laptop), čime će biti u stanju sprečavanja dolaska do neželjenih efekata.

U današnjoj sferi elektronskih naprava, ovakav tip uređaja može biti dosta primenljiv u svim industrijskim pogonima. Zbog svoje praktičnosti i veličine, uređaj može imati vrlo pozitivne uticaje na njegov dalji razvoj.

Zahvalnica

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

Literatura

[1] https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7%20Ver1.3%20-%20Manual.pdf
[2] https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-8%20Ver1.3%20-%20Manual.pdf
[3] http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Weather/RHT03.pdf
[4] Paolo Zenerović *„ARDUINO kroz jednostavne primere”*, Denona d.o.o, Zagreb

Robot LAV u lavirintu

Viktor Pešić, Vukašin Ristić, Aleksandar Ristić, Darko Stojiljković, Dragan Stojanović

Abstract – Robot LAV je pametni LEGO robot koji se kreće autonomno uz korišćenje senzora i savladava prepreke u lavirintu. Prilikom prolaska kroz lavirint robot prebrojava pređene linije, detektuje boje i pomera eventualne pomične prepreke. U ovom radu opisana je programska realizacija ponašanja robota u lavirintu uz korišćenje LEGO MINDSTORMS EV3 softvera.

I. UVOD

Roboti će u bližoj ili daljoj budućnosti izvršavati niz poslova složenih, opasnih ili napornih za ljude, kao npr.: opsluživanje i upravljanje raznim mašinama i uređajima, sastavljanje složenih mehanizama i sklopova, obavljanje kućnih poslova, itd. Teži se ka tome da, po svojim karakteristikama, roboti budu što više približni ljudskim bićima, pa i u smislu da poseduju veštačku inteligenciju. Inteligencija robota podrazumeva sposobnost robota da rešava neke nove i nepredviđene situacije (na primer, prepreke na putu, kretanje kroz lavirint), da prikuplja informacije o spoljašnjem prostoru (na primer, brojanje, prepoznavanje boja i zvuka) i da na osnovu toga donosi odluke o načinu izvršenja postavljenog zadatka. Važno je napomenuti i mogućnost raščlanjivanja problema na prostije celine, mogućnost učenja i formiranja iskustva, kao bitne sposobnosti robota budućnosti.

U današnje vreme, u svetu robotike, značajno mesto pripada LEGO robotima [1]. Ovi roboti imaju veliku primenu u edukativne svrhe (koriste se za edukaciju o automatizovanim procesima), ali koriste se i za medicinska ispitivanja [2] i u industriji.

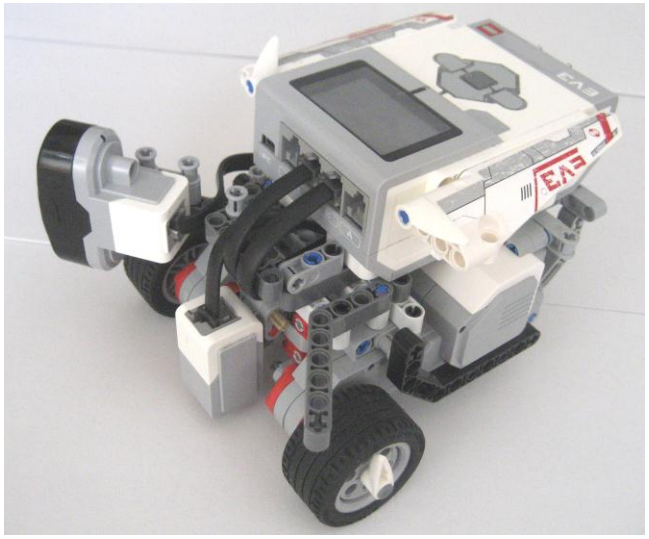
II. KONSTRUKCIJA ROBOTA

Iz LEGO MINDSTORMS EV3 kompleta robotike [3] konfigurisan je i programiran robot LAV koji je opisan u ovom radu. Robot je sastavljen korišćenjem LEGO elemenata, motora i inteligentnih senzora koji su deo kompleta, a programiranje je odrađeno u intuitivno zasnovanom programskom interfejsu EV3 softvera.

Viktor Pešić, Vukašin Ristić, Aleksandar Ristić i Darko Stojiljković su učenici II razreda Tehničke škole smera Tehničar za robotiku, Tehnička škola–Vladičin Han, Moše Pijade br. 21, 17510 Vladičin Han, Srbija, E-mail: viktorpeske@yahoo.com, vukasinristic4444@gmail.com, aca0107main@gmail.com, glavni.programer36@gmail.com

Dragan Stojanović, Profesor programiranja i stručnih predmeta, Tehnička škola–Vladičin Han, Moše Pijade br. 21, 17510 Vladičin Han, Srbija, E-mail: stdragan007@gmail.com

Robot koristi senzore koji sakupljaju informacije iz okoline („čula” robota), upravljačko kontrolnu jedinicu za obradu tih informacija („mozak” robota), motore i mehaničke delove („telo” robota) koji pokreću robota i obavljaju potrebne radnje, kao i izvor energije za napajanje navedenih delova.



Slika 1. LEGO Robot LAV

Robot se sastoji iz sledećih delova:

- Upravljačka EV3 jedinica – EV3 kocka
- Veliki motori
- Senzor za boje
- Infracrveni senzor
- Mehanički delovi

A. Upravljački deo – EV3 kocka (EV3 Brick)

Upravljačka EV3 jedinica (*EV3 Brick*) je posredstvom portova i kablova povezana sa senzorima od kojih prima informacije i na osnovu parametara, koji se zadaju kroz program, mogu se slati upravljački signali mehaničkim delovima, odnosno motorima, ali i zadavati zvučna i svetlosna signalizacija. Komunikacija računara sa upravljačkom EV3 jedinicom se odvija preko USB kabla ili preko Bluetootha [4].

EV3 kocka (*EV3 Brick*) zahteva šest AA/LR6 baterija. One su izvor energije i napajanje svih delova robota. Preporučuju se alkalne ili punjive litijum-jonske AA baterije [4].



Slika 2. EV3 kocka (EV3 Brick) sa senzorima i motorima

B. Veliki motor (Large Motor)

Veliki motor (*Large Motor*) je napravljen tako da bude pokretač mehanizama na robotu. Ima ugrađen rotacioni senzor (*Rotation Sensor*) sa 1-stepenom rezolucije za preciznu kontrolu. Ovaj motor radi na 160-170 obrtaja, sa obrtnim momentom od 20Ncm i momentom uvijanja od 40Ncm (sproriji, ali je jači) [4].



Slika 3. Veliki motor (Large Motor*)*

Za potrebe kretanja robota, u ovom radu, iskorišćena su dva ovakva motora spojena u konstrukciju mehaničkim LEGO elementima tako da je obezbeđena simetrija, stabilnost i čvrstina, što su bitni preduslovi za kretanje robota u lavirintu.

C. Senzor za boje (Color Sensor)

Senzor za boje (*Color Sensor*) može da detektuje boju ili intenzitet svetlosti koja dolazi do njega. Koristiti se na tri različita načina rada ili u tri različita moda rada: *Color Mode, Reflected Light Intensity Mode i Ambient Light Intensity Mode* [4].



Slika 4. Senzor za boje (Color Sensor)

Za potrebe robota opisanog u ovom radu senzor za boje je korišćen u *Color Mode* (način boje). Ova sposobnost senzora da razlikuje boje iskorišćena je, kod robota LAV-a, da može biti programiran za prepoznavanje linija, da izgovara nazive boja koje detektuje, a i da zaustavi akciju kada naiđe na zadatu boju.

D. Infracrveni senzor (Infrared Sensor)

Infracrveni senzor (*Infrared Sensor*) detektuje infracrvenu svetlost reflektovanu od čvrstih objekata i može se koristiti u tri različita načina, odnosno moda rada: *Proximity Mode* (način blizine), *Beacon Mode* (način predajnika) i *Remote Mode* (daljinski način). Infracrveni senzor izveštava o udaljenosti koristeći vrednosti od 0 (veoma blizu) do 100 (daleko), ali ne kao određeni broj centimetara [4].

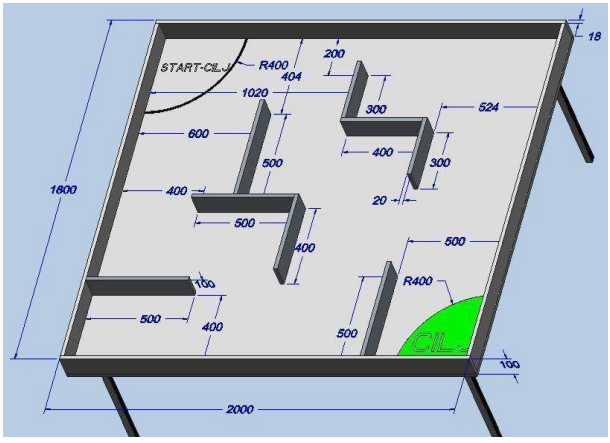


Slika 5. Infracrveni senzor (Infrared Sensor)

Prilikom programiranja robota iz ovog rada korišćen je blizinski način (*Proximity Mode*), jer je potrebno da se proceni razdaljina između senzora i prepreka u lavirintu na koje robot nailazi.

III. PONAŠANJE ROBOTA U LAVIRINTU

Lavirint ima startni i ciljni deo i oni se nalaze u ravni terena (ravna tabla od univera bele boje, debljine 18mm). Po obodu lavirinta i u unutrašnjosti postavljeni su zidovi (od stirodura debljine 2cm, visine 10cm a različitih dužina). Na podu lavirinta, u pravolinijskim delovima puta, postavljene su linije (od selotejp trake u boji širine 15mm) sa ciljem da se zadatak robota učini složenijim i omogući njegovo autonomno zaustavljanje.



Slika 6. Izgled lavirinta (moguće su razne varijante)

Sam rad LAV robota, njegovo ukupno ponašanje u lavirintu kao i izvršavanje zadatka su programirani, a program je napisan u projektnom okruženju EV3 softvera.

Zadatak robota je da se autonomno kreće kroz lavirint, obilazeći zidove lavirinta, pri čemu prebrojava linije preko kojih prolazi i detektuje njihovu boju. U trenutku prelaska preko linije robot izgovara boju i/ili tekući broj i samostalno se zaustavlja kada stigne na cilj označen odgovarajućom bojom. Robot je uspešno izvršio zadatak (prošao lavirint) kada sa startne pozicije stigne na cilj, pod uslovom da ne dodiruje i/ili ruši zidove lavirinta i ostvari dodatni zadatak na savladavanju prepreka sa linijama.

Robot se kreće zadatom brzinom na programiranom odstojanju od zida lavirinta. U toku kretanja senzor za boje prati boju podloge, a za svaku njenu promenu menja se vrednost promenljive zadužene za brojanje i prikazuje njena vrednost na displej EV3 programibilne kocke.

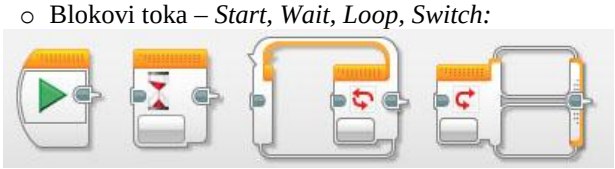
IV. KONTROLA I PROGRAMIRANJE ROBOTA

Algoritam kontrole ostvaren je programom koji je realizovan u okviru projektnog okruženja EV3 softvera (LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition) [5]. Intuitivno zasnovan EV3 programski interfejs određuje kontrolu robota korišćenjem programskih blokova. Svaki programski blok je odgovarajuća zamena za jedan ili više algoritamskih koraka. Za realizaciju programa korišćeni su sledeći programski blokovi:

- Akcioni – *Move Steering, Tank, Display i Sound:*



- Blokovi toka – *Start, Wait, Loop, Switch:*



- Senzorski blokovi – *Color Sensor, Infrared Sensor:*



- Blokovi podataka – *Variable, Math, Compare, Text:*



Slika 7. Programski blokovi za programiranje robota

Program se sastoji iz tri dela:

1. Prvi deo – upravljanje kretanjem robota:

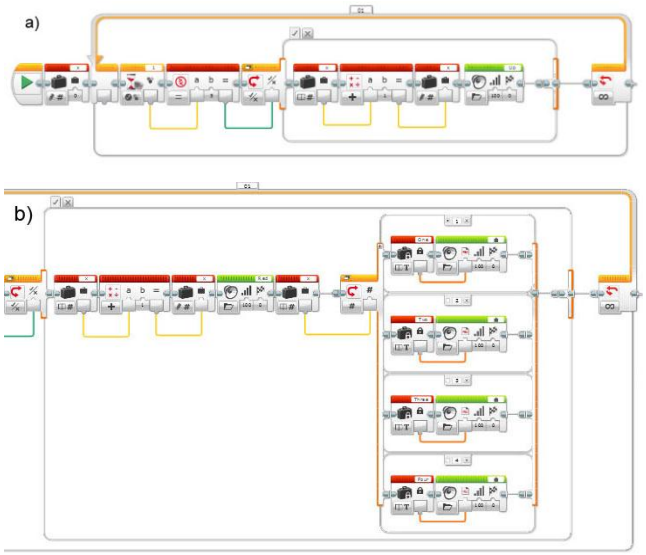
Kako bi se rešile različite situacije kretanja u lavirintu unutar ciklusa sa postuslovom ostvareno je višestruko grananje. Svaka grana definiše kretanje prema tekućem položaju robota u odnosu na zidove lavirinta. Iz ciklusa se izlazi kada senzor za boju detektuje ciljnu boju, a taj uslov se koristi i za aktiviranje prekida svih ostalih petlji (kraj programa). Izmerena vrednost razdaljine do zida, koju daje infracrveni senzor, koristi se kao parametar u formuli za proračun smera kretanja i tako se upravlja premeštanjem. Podatak o razdaljini je i parametar uslova za grananje.

Za ovaj deo programa korišćeni su: akcioni blok (*Move Steering*), senzorski blok (*Infrared Sensor – Measure Proximty*), blokovi toka (*Start, Wait, Loop, Switch*) i blok podataka (*Math – Advanced*).

Napomena: Zbog veličine i složenosti ovaj deo programa nije mogao biti pregledno prikazan u radu.

2. Drugi deo – brojanje i detekcija boja:

Na početku se vrednost promenljive za brojanje postavlja na jedan. U okviru beskonačne petlje čeka se da senzor detektuje promenu boje podloge i realizuje se brojanje sa izgovorom. Neprekidno se vrši poređenje vrednosti koju daje senzor boje sa zadatom vrednošću i ukoliko se dogodi tražena promena onda se brojač uvećava za jedan, a u suprotnom se čekanje nastavlja. U istoj grani, gde se vrši brojanje, realizuje se i aktiviranje izgovora boje odnosno vrednosti stanja brojača. Robot izgovara vrednost promenljive u trenutku promene njene vrednosti a može se podesiti i da izgovara naziv boje linije preko koje prelazi.

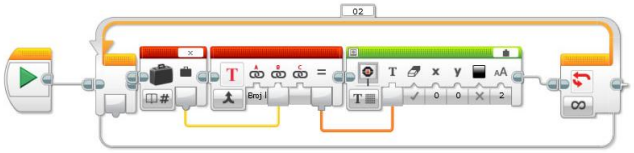


Slika 8. a) i b) Deo programa za brojanje linija, prepoznavanje boje linije i izgovor vrednosti broja linije i naziva boje.

U ovom delu programa krišćeni su: blokovi toka (*Start, Wait, Loop, Switch*), blokovi podataka (*Variable, Math, Compare*), i akcioni blok (*Action-Sound*).

3. Treći deo – prikazivanje na dispeju

U trećem delu programa realizovano je kontinualno prikazivanje vrednosti promenljive koja je zadužena za brojanje linija. U okviru ciklusa sa neograničenim trajanjem (beskonačna petlja) neprekidno se vrši čitanje brojačke promenljive i prikaz njene vrednosti na displej. Iskorišćen je blok za spajanje teksta nadovezivanjem, kako bi se istovremeno prikazao tekst komentara (u našem slučaju: „Broj linija je: “) i brojna vrednost u nastavku.



Slika 9. Deo programa za prikaz vrednosti promenljive koja je zadužena za brojanje linija.

Za ovaj deo korišćeni su: akcioni blok (*Action-Display*), blok toka (*Loop-Unlimited*) i blokovi podataka (*Variable*, *Text-Merge*).

V. ZAKLJUČAK

Cilj rada je projektovanje i razvoj robotskih sistema za oblasti tehnike gde se zahtevaju uređaji robotskog tipa (veštačka inteligencija, medicinska robotika, industrija automatizovani procesi, specijalni transport, ...) sa posebnim osvrtom na istraživanja u medicini.

Osnovna ideja ovog rada je dalji razvoj projekata gde će se ovakvi i slični roboti koristi kod medicinskih ispitivanja i za pomoć slepim, slabovidim i starijim osobama.

Nove tehnologije i brz razvoj računara doprinose da roboti postaju inteligentniji i spremniji da samostalno obavljaju određene zadatke. Međutim, izvesno je, da su krajnje mogućnosti današnjih robota znatno ispod mogućnosti čoveka. Ipak, te granice se stalno menjaju i teško ih je precizno odrediti.

ZAHVALNICA

Robot, opisan u ovom radu, koristili su učenici u realizaciji zadataka na takmičenjima u programiranju robota – Takmičenje učenika srednjih mašinskih škola u programiranju robota 2016. Deo tima učenika koji su radili na ovom projektu učestvovao je na regionalnom i republičkom takmičenju u programiranju robota, gde su osvojili prvo i treće mesto.

LITERATURA

[1] www.lego.com/en-us/mindstorms
[2] http://www.dogonews.com/2012/3/18/lego-mindstorm-robots-become-lab-assistants
[3] www.lego.com/en-us/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313
[4] www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/user-guide
[5] www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/download-software

Realizacija detektora metala zasnovanog na principu impulsne indukcije u eksperimentalnim uslovima

Nikola Savić

Sadržaj – Ideja o detektoru metala nije mlada. Iako je većini prva asocijacija na ove uređaje individualni entuzijasta u potrazi za skrivenim blagom, detektori metala imaju ozbiljnu primenu. U ovom radu će biti prikazan osnovni princip rada detektora metala i kako se on može realizovati u amaterskim uslovima.

I. UVOD

Korišćenje detektora metala može biti raznovrsno [1]. Od arheologije, primene u medicini, industriji, do ličnih potreba i zabave. Danas je težnja pretežno na komplikovanim uređajima koji korisnicima omogućavaju potpunu kontrolu nad kompletnim procesom detektovanja. U ovom radu je predstavljeno jednostavno rešenje jednog od najpopularnijih detektora metala koji se može realizovati u eksperimentalnim uslovima. Kompletan uređaj se sastoji od mikrokontrolera 12F675 [2], keramičkog oscilatora, NMOS tranzistora, i par osnovnih komponenti pored kojih je potreban još i ručno namotan kalem koji ima svrhu sonde. U trenutku detektovanja metalnog predmeta, na određenom pinu mikrokontrolera će se dobiti signal rastuće frekvencije. Ovom uređaju je potrebno i napajanje koje se može dobiti spajanjem tri baterije vrednosti 1.5 V.

II. PRINCIP RADA

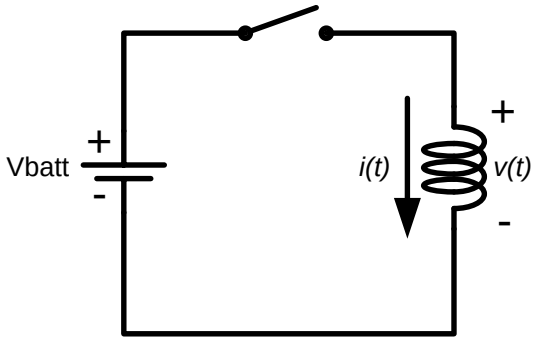
Osnovni princip detekcije se zasniva na merenju promena induktivnosti kalema. Da bi došlo do promene induktivnosti, kalem-sonda se mora pobuditi. Kod ovog tipa detektora pobuda se vrši impulsno, kratkim snažnim strujnim impulsom. Dok strujni impuls traje, kalem se puni energijom (stvarajući magnetno polje). Onog momenta kada impuls prestane stvara se snažna kontra-elektromotorna sila i veliki napon. Nije neobično da i pored malog napona napajanja ovaj napon dostigne i par stotina volti. Energija sakupljena u kalemu se posle prestanka strujnog impulsa lagano troši kroz prigušene oscilacije. Kada se metalni predmet unese u magnetno polje kalema-sonde, dolazi do remećenja oscilacija.

Ilustracija ovog principa je prikazana na slici 1. Kada se metalni predmet nađe u blizini sonde, magnetno polje kalema-sonde indukuje vrtložne struje u samom predmetu.

Nikola Savić je master inženjer elektrotehnike i računarstva za Elektroniku i mikrosisteme, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: demijurg92@gmail.com

Ove vrtložne struje stvaraju svoje elektromagnetno polje koje se zove kontra-magnetno ili kontra-elektromagnetno polje. Ovo polje indukovano vrtložnim strujama utiče na elektromagnetno polje kalema te se na ovaj način remeti odziv kalema koji se može iskoristiti za detekciju. Najčešće se koriste sinusoidni signali za generisanje promenljivog magnetnog polja, ali bilo koji talasni oblik signala koji je promenljiv u vremenu se može koristiti. Što je brža promena magnetnog polja, veća će biti indukcija vrtložnih struja što se može videti iz jednačine:

$$i = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dB}{dt} \tag{1}$$

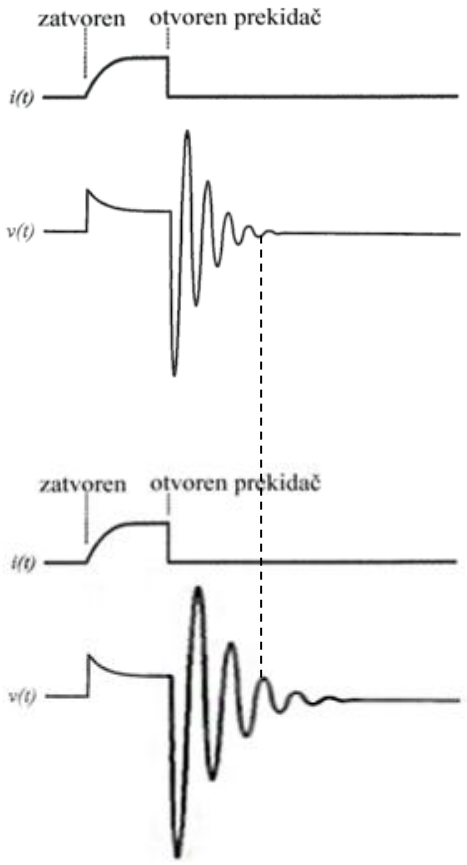


Slika 1. Ilustracija impulsno indukcionog principa.

Dok traje strujni impuls kalem se puni energijom jednosmerne struje stvarajući statičko magnetno polje (slika 1). Kada se prekidač zatvori baterija je direktno povezana na kalem. Idealna baterija kao i idealni kalem nema nikakvu otpornost, što bi za posledicu imalo beskonačnu struju. Ipak, pošto se radi o realnim komponentama, vrednost struje će biti određena karakteristikama kola. Po zatvaranju prekidača, struja nema odmah maksimalnu vrednost, već eksponencijalno raste do te vrednosti zbog uticaja induktivnosti kalema kao i otpornosti baterije, prekidača i kalema. U isto vreme napon na kalemu ima istu vrednost kao i napon baterije, ali onda eksponencijalno opada na vrednost koja je određena otpornošću kalema, baterije i prekidača. Struja kroz kalem indukuje magnetno polje sve dok traje strujni impuls. Po otvaranju prekidača dolazi do stvaranja kontra-elektromotorne sile i velikog napona na kalemu. Ovaj napon se potom troši kroz prigušene oscilacije i može se predstaviti jednačinom:

$$v = L \cdot \frac{dI}{dt} \tag{2}$$

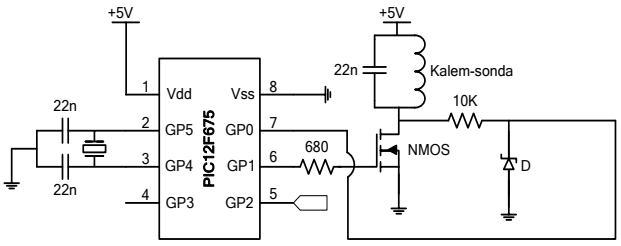
Slika 2 ilustruje talasne oblike signala na kalemu po zatvaranju i otvaranju prekidača.



Slika 2. Talasni oblici struje i napona na kalemu kada nema prisustva metala (iznad), i kada je prisutan metalni predmet (ispod).

Kao što se vidi na slici 2, promene su vrlo male. Da bi se detektovao metalni predmet, zadatak je da se „uhvate“ promene do kojih je došlo. Ovo se može uraditi tako što se uzorkuje signal u tačno određenim vremenskim intervalima. Najpogodnij trenutak za uzorkovanje je deo vremena kada vrednost signala skoro padne na nulu jer su tada promene najizraženije. Obeležen na slici 2 isprekidanom linijom.

U ovom primeru, pobuda kalema se vrši na pinu 6 mikrokontrolera. Vreme trajanja impulsa je 1 ms. Signal preko NMOS tranzistora pobuđuje kalem-sondu koji zajedno sa kondenzatorom čini jedno rezonantno kolo. Posle prestanka impulsa, energija kalema se troši preko prigušenih oscilacija koje se preko otpornika od 10 KΩ vode na pin 7. Ovaj pin predstavlja ulaz A/D konvertora. Zener dioda D služi za zaštitu od prevelikog napona koji se javlja na kalemu. A/D konverzija se vrši u vremenskim intervalima kada signal skoro padne na nulu, kao što je rečeno. Dodatne korekcije izbora vremenskih intervala vršenja konverzije se vrše ručno, softverskim putem. Kristalni oscilator služi za precizno taktovanje mikrokontrolera, i bez njega bi došlo do razdešenja vremenskih intervala. Na pinu 5 se kontinualno generiše signal tonske frekvencije koji je u ovom slučaju 200 Hz. Ovaj signal će se voditi na slušalice preko kojih možemo čuti kada dođe do detekcije, tj. slušalice služe za indikaciju detekcije metalnog predmeta. S obzirom da se radi o četvrtastim signalima i da promene koje se javljaju su vrlo male, mora se izabrati pogodna frekvencija koja će dozvoliti da se promene primete a da korisniku ne bude neprijatno dok nosi slušalice.



Slika 3. Šema detektora metala zasnovanog na principu impulsne indukcije.

Izvorni kod programa je vrlo jednostavan i može se videti dalje u tekstu.

```
char counter;      // brojac za impuls
char counter1;     // brojac za za ton
char trenutna;     //trenutna vrednost adc-a

//generisanje impulsa od 1ms

void interrupt() {

if (counter <= 1) {
  GPIO.B1 = 1;
}
else {
 GPIO.B1 = 0;
}

// snimanje vrednosti konverzije

if(counter == 2){
delay_us(100);
trenutna = ADC_Read(0);
}

counter ++;
counter1 ++;
```

```
//generisanje tona

if (counter1 > trenutna >> 3 ) {
GPIO.B2 = GPIO.B2 ^ 1;
counter1 = 0;
      }

TMR0 = 122;

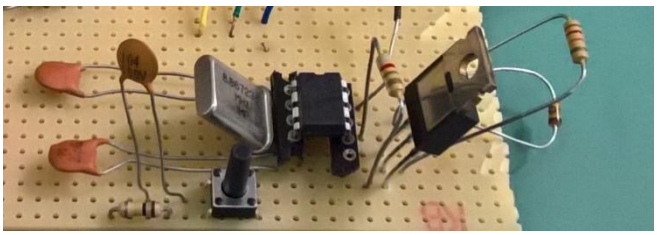
INTCON = 0x20; //TMR0 flag obrisi, TMR0 interrupt omoguci

}
void main() {
OPTION_REG = 0b10000010; //prescaler 1:8
TRISIO = 0b001001;        //podesavanje porta
GPIO = 0xFF;              //inicijalizacija porta
CMCON = 0x07;             //comparator off
ANSEL = 0b00000001;
TMR0 = 122;               //tajmer ++ na 0,4ms
INTCON = 0xA0;            //GIE, TMR0 interapt
ADC_Init();                       //inicijalizacija ADC-a
counter = 0;                      //brojac za impuls
counter1 = 0;                     //brojac za ton
trenutna = 0;                     //vrednost adc-a

while (1) {
}
}
```

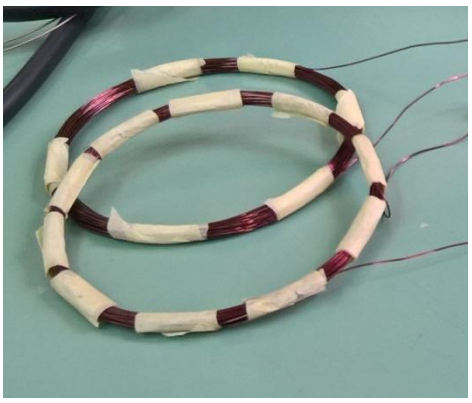
Kao što se vidi, nema potrebe za algoritmom jer je ovo vrlo jednostavan program. Posao mikrokontrolera je generisanje kompletnog tajminga. Sa A/D konvertorom menja kolo za uzorkovanje, obrada rezultata je softverska i softverski se generiše tonski signal. Ovime smo zamenili elektronska kola koja se koriste kod ovakvih detektora, te smo smanjili troškove izrade i obim rada.

Izgled raster pločice sa komponentama se može videti na slici 4.



Slika 4. Raster pločica detektora metala.

Na slici 5 se može videti kako izgledaju kalemi ručne izrade, od kojih se jedan koristi kao sonda, dok su na slici 4 prikazane sve komponente koje su potrebne da bi se realizovao detektor metala koji radi na principu impulsne indukcije, u eksperimentalnim uslovima.



Slika 5. Izgled ručno pravljenog kalema.

Diskriminacija metalnih predmeta kod ovog tipa detektora metala ne postoji. To znači da se ne može primetiti razlika između feromagnetnih i neferomagnetnih metalnih predmeta. Ovakva konfiguracija detektora metala jednako detektuje oba tipa metala.

Kada je u pitanju osetljivost uređaja ove konfiguracije, može se smatrati zadovoljavajućom. Samom promenom komponenti osetljivost se ne može bitno izmeniti u ovom slučaju. Jedan od mogućih načina povećanja osetljivosti da se koristi drugačiji tip kalema-sonde, od kojih postoji veliki broj konfiguracija. Da bi se znalo koji tip kalema-sonde daje najveću osetljivost, kod ovakve konfiguracije, preostaje da se svaki tip proba ponaosob.

III. ZAKLJUČAK

Postoji puno tipova detektora metala koji svoj rad baziraju na brojnim principima. Samo realizovanje pretežno zavisi od mašte. U ovom radu je predstavljeno jednostavno rešenje realizacije detektora metala koji radi na principu impulsne indukcije. Mikrokontrolerom smo zamenili elektronska kola koja služe za kontrolu tajminga, uzorkovanje i obradu signala te se rešenje nalazi u softverskoj kontroli ovih procesa. Dalji razvoj bi išao u pravcu omogućavanja kontrole kalibracije od strane korisnika, kao i ideja da se uređaj poveže sa Android aplikacijom.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje profesoru Goranu Jovanoviću sa katedre za elektroniku i profesoru Danijelu Dankoviću na ukazanoj pomoći i sugestijama.

LITERATURA

[1] George Overton, Carl Moreland, „Inside the Metal Detector“, Second Edition, Geotech Press, Corvallis, Oregon, 2015.
[2] Microchip Technology Inc., „8-Pin, Flash-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers“, PIC12F629/675 datasheet, U.S.A., 2010.

Projektovanje PID regulatora pomoću neuronske mreže

Marjan Đorđević

Sadržaj – U ovom radu biće opisana procedura projektovanja PID regulatora pomoću neuronske mreže, koristeći programske pakete MATLAB i Simulink, a takođe i Neural Network toolbox. Cilj ovog rada je ukazivanje na poboljšanje performansi PID regulatora a takođe i da pruži čitaocu uvid u mogućnosti i primenu neuronskih mreža u industriji.

I. UVOD

Jedan od nepresušnih izvora inspiracije za široki spektar naučnika u ljudskoj istoriji je formalizacija ljudskog načina razmišljanja i zaključivanja. Još od starogrčkih silogizama, preko svih matematičkih teorija verovatnoće i logike do današnjih modela veštačkih neuronskih mreža želja se svodila na razumevanje razmišljanja i dizajniranje samostalnih inteligentnih "agenata" koji su sposobni razumeti svet oko sebe i maksimizovati verovatnoću svog uspeha [1].

Iako razvoj neuronskih mreža ne seže daleko u prošlost, izrazito visoka uspešnost njihove primene odražava se u području predviđanja i prepoznavanja obrazaca kod nekih problema. Istraživanja i razvoj veštačkih neuronskih mreža zasnovani su na postojećim saznanjima o načinu funkcionisanja ljudskog mozga.

Svaki sistem automatskog upravljanja se odlikuje nekim zakonom ili zakonima upravljanja. Zakon upravljanja predstavlja matematičku zavisnost na osnovu koje upravljački uređaj generiše određena upravljačka dejstva. Upravljački uređaji koji obavljaju ovu vrstu posla nazivaju se regulatori [2].

Glavni deo rada sastoji se u kombinaciji navedenih oblasti. Na osnovu eksperimentalnih podataka prikupljenih iz sistema sa konvencionalnim regulatorom biće obučena neuronska mreža koja će simulirati rad istog. Na kraju će biti prikazani eksperimentalni rezultati i biće izvršeno poređenje dva tipa regulatora.

II. OPIS STRUKTURE SISTEMA

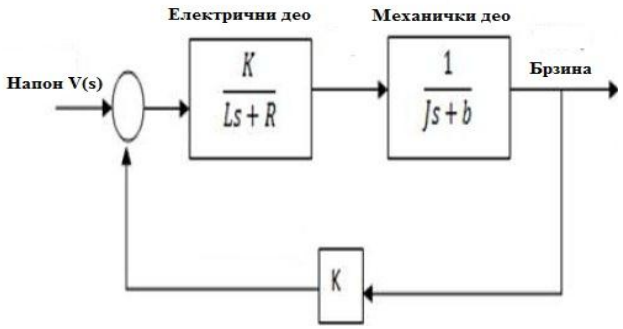
Za dizajniranje regulatora pomoću neuronskih mreža potrebno je eksperimentalnim putem odrediti ulaze i željene izlaze istog. Da bi se odredili ti parametri kreiran je *Simulink* model motora sa PID regulatorom. Model sistema u kome se vrši upravljanje motora po brzini može se u *s*-domenu predstaviti jednačinom (1).

$$G(s) = \frac{{\omega_n}^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + {\omega_n}^2} \tag{1}$$

U ovom slučaju za simulaciju koršćen je motor upravljan strujom u kolu rotora. Funkcija prenosa ovako upravljanog motora može se predstaviti jednačinom (2).

$$\frac{\omega(w)}{V(s)} = \frac{K}{(Js+B)(Ls+R)+K^2} \tag{2}$$

Cilj ovog rada jeste dizajniranje PID regulatora pomoću neuronske mreže koji će omogućiti bolje upravljanje brzinom objekta upravljanja, odnosno motora. Na slici 1 prikazan je blok dijagram sistema na osnovu kojeg će se eksperimentalno odrediti željeni ulazi i izlazi.

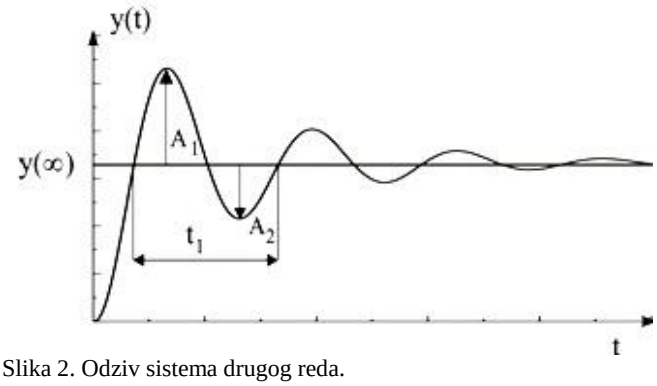


Slika 1. Blok šema motora u *Simulink*-u.

Sa slike 1 jasno se vidi da *Simulink* model motora možemo podeliti na dva dela, prvi sa prenosnom funkcijom električnog dela i drugi sa prenosnom funkcijom mehaničkog dela. Električni deo se sastoji od električne induktivnosti i električne otpornosti, dok se mehanički deo sastoji od momenta inercije i koeficijenta viskoznog trenja.

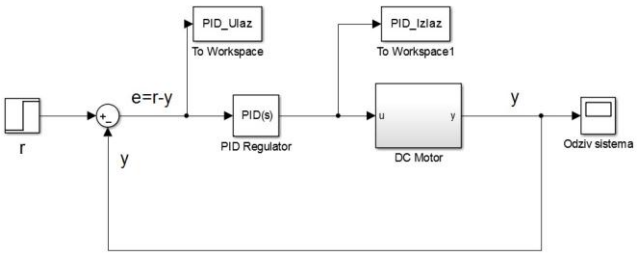
Kao što je rečeno, sistem koji je prikazan na slici 1 može biti posmatran kao sistem drugog reda. Sistem drugog reda poseduje svoju neprigušenu prirodnu učestanost ω_n i faktor relativnog prigušenja ζ. Tipični odziv sistema na Hevisajdov (step) signal prikazan je na slici 2

Marjan Đorđević je student master akademskih studija na modulu Upravljanje sistemima na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš. E-mail: marjan.djordjevic@outlook.com



Slika 2. Odziv sistema drugog reda.

Konačno, model sistema koji će se upotrebiti za prikupljanje podataka prikazan je na slici 3. U okviru programskog paketa *Simulink* nalazi se blok konvencionalnog PID regulatora [3].



Slika 3. Model sistema sa konvencionalnim regulatorom.

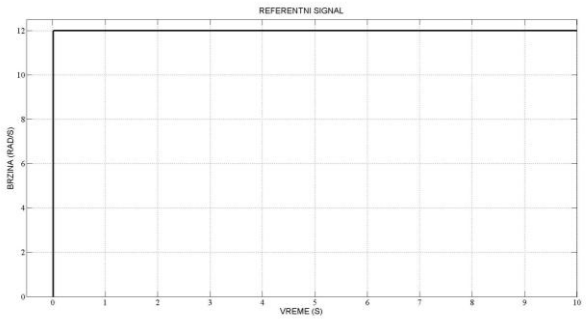
III. PRIKUPLJANJE PODATAKA ZA OBUKU NEURONSKE MREŽE

Da bi se u potpunosti pružio uvid u mogućnosti neuronskih mreža, konvencionalni PID regulator koji igra ulogu upravljačkog uređaja na slici 3 podešen je tako da se dobije najbolji odziv sistema. Pod najboljim odzivom sistema podrazumeva se kompromis između brzine odziva i preskoka u ustaljenom stanju. Performanse regulatora, a samim tim i sistema, zavise od vrednosti parametara. Metode pomoću kojih se vrši podešavanje ovih parametara su brojne i dele se u dve velike grupe: metode kod kojih je poznat matematički model sistema i metode kod koji je matematički model nepoznat. Kako je u okviru rada matematički model nepoznat, iskorišćena je *Ziegler-Nichols*-ова metoda za podešavanje regulatora u zatvorenoj povratnoj sprezi.

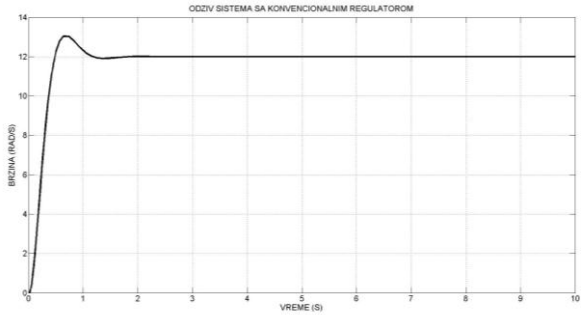
TABLE 1
PARAMETRI MOTORA

Moment inercije J	0.00113 Nms^2/rad
Koeficijent viskoznog trenja B	0.028 Nms/rad
Električna induktivnost L	0.1 H
Električna otpornost R	0.45 Ω
Mehaničko-električna konstanta K_{me}	0.067 Vs/rad
Električno-mehanička konstanta K_{em}	0.067 Vs/rad

Kao što je ranije rečeno sistem se pobuđuje Hevisajdovim (step) signalom amplitude 12 rad/s. Referentni signal kojim se pobuđuje sistem prikazan je na slici 4 dok je odziv sistema koji je dobijen na osnovu te pobude prikazan na slici 5. Za prikupljanje seta podataka koji će služiti za treniranje neuronske mreže upotrebljen je model sa slike 3. Promenljiva pod nazivom *PID_Ulaz* sadržaće ulazni trening set podataka, dok će promenljiva *PID_Izlaz* sadržati željene izlazne podatke za neuro-PID model regulatora. Parametri konvencionalnog regulatora za koje je dobijen odziv na slici 5 imaju sledeće vrednosti: $K_p=0.0685$, $K_i=1.2661$, $K_d=0$.



Slika 4. Referentni signal za sistem.



Slika 5. Odziv sistema na referentni signal.

IV. PROCEDURA PROJEKTOVANJA NEURONSKE MREŽE

Procedura obuke neuronske mreže odvija se u dve faze:

- Faza učenja ili treniranja mreže.
- Faza testiranja mreže.

A. Faza učenja ili treniranja mreže

Učenje je proces ažuriranja težina u mreži, a odvija se kao odgovor na spoljašnje podatke koji su predstavljeni u ulaznom sloju a u nekim mrežama i u izlaznom sloju. Podaci koji se dovode izlaznom sloju su željene vrednosti izlaznih promenljivih. Ukoliko su one poznate, radi se o tzv. *nadgledanom učenju*. Kod nekih mreža željeni izlaz ne

mora biti predstavljen mreži. U tom slučaju radi se o tzv. *nenadgledanom učenju* (npr. Kohonenova mreža).

Pre samog učenja potrebno je definisati model (ulazne i izlazne promenljive), i prikupiti podatke iz prošlosti na kojima će se primeniti mreža. Prikupljene podatke treba podeliti u dva seta (set za treniranje i set za testiranje). Skup prikupljenih podataka je podeljen tako da je 70% prikupljenih podataka iskorišćeno za treniranje a preostalih 30% za testiranje mreže.

B. Faza testiranja mreže

Testiranje mreže je druga faza obuke neuronske mreže, i ona je odlučujuća za ocenjivanje mreže. Razlika između faze učenja i faze testiranja je u tome što u ovoj drugoj fazi mreža više ne uči, a to znači da su težine fiksne na vrednostima koje su dobijene kao rezultat prethodne faze učenja. Takvoj mreži se predstavljaju novi ulazni vektori koji nisu učestvovali u procesu učenja, a od mreže se očekuje da za predstavljen novi ulazni vektor proizvede izlaz. Dobijena greška mreže na uzorku za validaciju je rezultat kojim se tumači uspešnost ili neuspešnost neuronske mreže i njena korisnost u primeni za predviđanje na budućim podacima. Najčešća greška koja se računa kod neuronskih mreža je srednja kvadratna greška (*Root mean square error*) koja se računa prema jednačini (3).

$$RMS_ERR = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1}(t_i - o_i)^2} \qquad (3)$$

Pri tome je t_i izračunati izlaz koji daje mreža, o_i je željeni (stvarni) izlaz za slučaj (ulazni vektor) i, a n je broj slučajeva u uzorku. Greška se uprošćuje prema broju izlaznih promenljivih i u odnosu na broj slučajeva u uzorku na kojem se računa [4].

D. Obuka neuronske mreže

Nakon što su ispoštovani svi prethodni zahtevi može se početi sa procesom treninga ili obuke neuronske mreže. U programskom paketu *MATLAB* postoji *Neural Network toolbox* u okviru koga se nalaze različiti načini za treniranje nuronskih mreža. Međutim sloboda korisnika da slobodno modifikuje strukturu neuronske mreže je ograničena ako se pokrene aplikacija iz *MATLAB* menija. Zbog toga je mnogo bolje napisati kod za kreiranje i treniranje mreže. Ovako se korisniku daje sloboda da potpuno definiše strukturu mreže. Deo koda koji je napisan u cilju kreiranja i treniranja mreže prikaza je na slici 6 i slici 7.

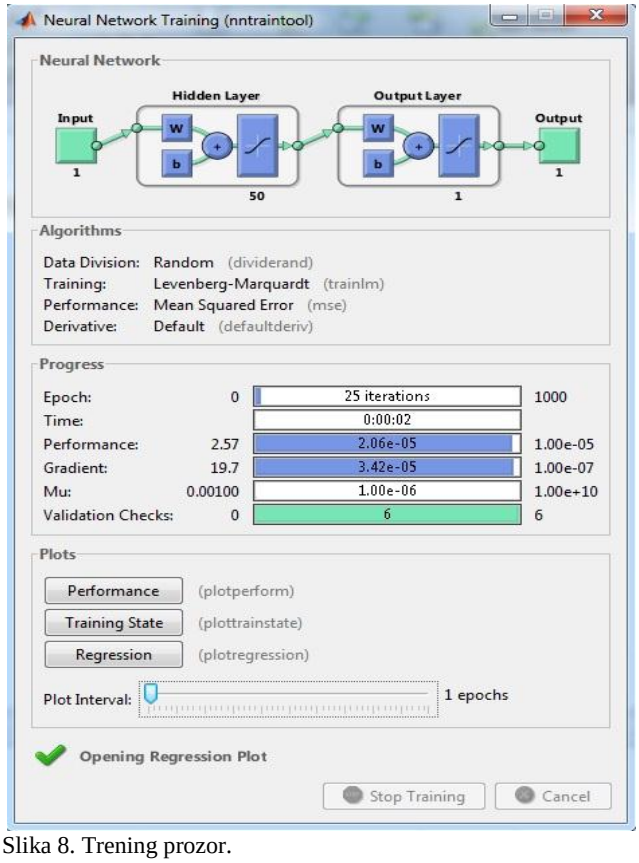
```
%Kreiranje mrze
P1=PID_Ulaz;
T1=PID_Izlaz;
net1=newff(P1, T1, 50, {'tansig', 'tansig'}, 'trainlm');
Ypid=sim(net1, P1);
```

Slika 6. Kreiranje neuro-PID modela.

```
%Treniranje mreze
net1 = train(net1,P1,T1);
Y1pid = sim(net1,P1);
```

Slika 7. Treniranje neuronske mreže.

Nakon pisanja koda potrebnog za kreiranje neuronske mreže potrebno je podesiti parametre od kojih zavisi tačnost i preciznost same mreže. Kako se obuka mreže odvija u više iteracija, maksimalni broj iteracija je podešen na 1000. Ovaj broj u stvari pretstavlja maksimalni broj pokušaja da mreža dostigne svoj cilj pre nego što se zaustavi obuka. Cilj obuke je da se dostigne minimalna vrednost greške čija vrednost iznosi 0.00005. Ova vrednost greške predstavlja razliku između generisanog izlaza i zadatog ulaza. Stopa učenja je izabrana tako da je njena vrednost 0.05. Broj neurona u skrivenom sloju je izabran tako jer mreža sa manjim brojem neurona ne daje zadovoljavajuće rezultate, dok sa većim brojem neurona mreži treba više vremena da dostigne cilj tj. potreban je veći broj iteracija. Ovi parametri su izabrani tako da zadovoljavaju najbolje performanse mreže. Svako menjanje parametara u cilju poboljšavanja performansi mreže može dovesti do nestabilnog odziva i prouzrokovati divergiranje treninga. Na slici 8 prikazan je prozor koji se otvara kada se pokrene proces obuke neuronskih mreža.



Slika 8. Trening prozor.

Na vrhu ovog grafičkog interfejsa prikazan je izgled kreirane mreže, tj. broj ulaznih, skrivenih i izlaznih slojeva.

Takođe prikazan je i broj neurona za svaki sloj ponaosob. U drugom delu interfejsa prikazan je algoritam učenja i način inicijalizovanja mreže. U trećem i četvrtom delu prozora prikazan je napredak mreže kroz trening i različite vrste grafika koji ilustruju postignut rezultat prilikom treninga.

V. NEURO-MODEL REGULATORA I REZULTATI SIMULACIJE

Da bi dobijeni model neuro-PID regulatora najbolje odgovorio zadatim zahtevima, u procesu kreiranja neuronske mreže, nekoliko vrsta algoritama učenja je primenjeno u kombinaciji sa različitim aktivacionim funkcijama skrivenog i izlaznog sloja. U tabeli 2 prikazani su rezultati obuke tj. prikazani su broj iteracija potreban da se mreža obuči, greška koja je pritom dobijena i korišćena aktivaciona funkcija. Greška prikazana u tabeli 2 odnosi se na skup svih raspoloživih tačaka.

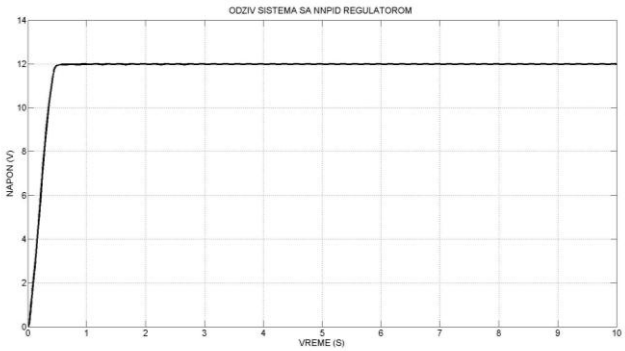
TABLE 2
PRIKAZ REZULTATA ZA RAZLIČITE PARAMETRE PRI OBUCI MREŽE

Algoritam učenja	Broj iteracija	Srednje-kvadratna greška (RMS_ERR)	Aktivaciona funkcija
Levemberg-Markvardt	11	0.00316	Tangens-sigmoidna
Kvazi-Njutn	2	0.3536	
Metod gradijentnog spusta	52	0.0252	
Levemberg-Markvardt	7	0.04635	Sigmoidna
Kvazi-Njutn	26	0.0334	
Metod gradijentnog spusta	1000	0.0409	

A. Simulacija sistema sa neuro-PID modelom

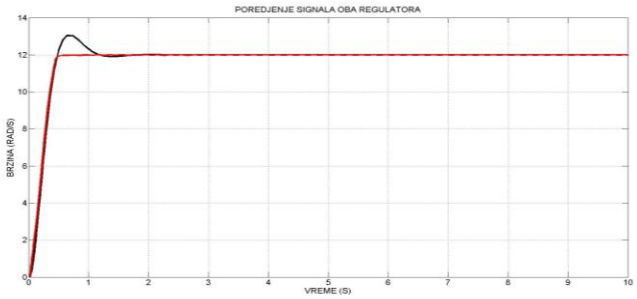
Nakon kreiranja neuronske mreže ista je upotrebljena umesto konvencionalnog PID regulatora. Rezultati koji su prilikom simulacije dobijeni prikazani su na slici 9.

Kao što se vidi na slici 9, odziv sistema sa neuro-PID modelom je bolji nego sa konvencionalnim PID regulatorom. Sa grafika se vidi da je prvobitni preskok koji je postojao u odzivu sa konvencionalnim PID regulatorom eliminisan. Još jedna prednost ovakvog tipa regulatora je u brzini odziva. Konvencionalni PID regulator dostiže ustaljeno stanje posle 1.8 sekundi, dok je neuro-PID modelu potrebno oko 0.6 sekundi.



Slika 9. Odziv sistema sa neuro-PID modelom.

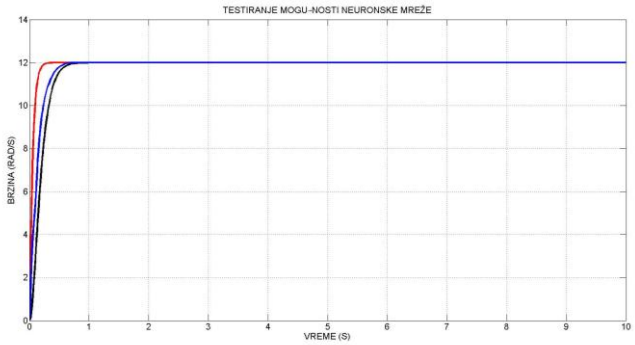
Čisto radi poređenja ova dva regulatora, na istom grafiku snimljeni su odzivi i sa konvencionalnim i sa neuro-PID modelom regulatora. Odzivi su prikazani na slici 10.



Slika 10. Poređenje odziva dva tip regulatora.

Na grafiku (slika 10) se vidi da neuro-PID model regulatora bolje obrađuje ulazne podatke, tj. eliminiše preskok u izlaznom signalu. Ovo omogućava sistemu da eliminiše nelinearne efekte koje potiču od komponenata samog motora, ili nastaju usled nekih iznenadnih promena u okolini opterećenja koje je prikačeno na motor. Druga prednost neuro-PID regulatora ogleda se u vremenu odziva sistema. Ako se pažljivije pogleda grafik odziva sistema (slika 10) primećuje se da vreme za koje sistem dostigne stacionarno stanje iznosi približno polovinu vremena sa konvencionalnim PID regulatorom.

U cilju testiranja mogućnosti neuronskih mreža kreirana su tri različita modela motora i za svaki od njih obučena po jedna neuronska mreža koja će simulirati rad PID regulatora. Nakon toga su ulazni i izlazni podaci koji su prikupljeni za obuku neuronskih mreža iskorišćeni tako da se obuči jedna neuronska mreža koja, tj. jedan PID regulator, koji će opsluživati sva tri motora. Simulacijom je pokazano (slika 11) da ova mreža nije u mogućnosti da opslužuje sva tri motora jer se pojačanja razlikuju kod sva tri motora tako da je izlazni signal u jednom slučaju pojačan a u drugom oslabljen. Međutim korekcijom pojačanja ova mreža se ipak može iskoristiti kod sva tri motora i rezultati koji su pri tome dobijeni bolji su čak i od mreže koja je obučena da opslužuje konkretni motor.



Slika 11. Testiranje mogućnosti neuro-mreže.

VI. ZAKLJUČAK

Kao što je rečeno na početku, cilj ovog rada bio je da se pruži uvid u mogućnosti neuronskih mreža i istaknu moguće primene istih. Kako je ova vrsta inteligentnog upravljanja nastala kao pokušaj da se simulira ljudski mozak tj. proces učenja kod čoveka, dat je opis bioloških i veštačkih neuronskih mreža.

Buduća poboljšanja kod konvencionalnih PID regulatora nisu moguća, jer su metode podešavanja parametara dovele do najboljih performansi. Međutim, neuro-PID regulatori još uvek nude prostor za poboljšanja posebno u cilju eliminisanja svakog pomeranja signala u odnosu na ulazni signal, koje se može uočiti u izlazu. Takođe, vreme odziva može biti poboljšano korišćenjem i razvijanjem novih algoritama učenja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je deo master rada na modulu Upravljanje sistemima Elektronskog fakulteta pri katedri za Automatiku Univerziteta u Nišu. Autor se zahvaljuje doc. dr Marku Milojkoviću pod čijim mentorstvom je urađen ovaj rad.

LITERATURA

[1] K. Mačkić, Primjena neuronskih mreža u fizici i informatici (diplomski rad), Prirodoslovno-matematički fakultet, 2009. Sveučilište u Splitu.

[2] B. Dalbelo Bašić, M. Čupić, J. Šnajder, Veštačke neuronske mreže, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2008, Unizerzitet u Zagrebu.

[3] D. Vukadinović, Procena brzine obrtanja vektorski upravljanog asinhronog motora primenom neuronske mreže (doktorska disertacija), Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, 2005, Univerzitet u Splitu .

[4] I. Petrović, M. Baotić, N. Perić, Inteligentni sistemi upravljanja: Neuronske mreže, evolucioni i genetički algoritmi (skripta), Fakultet elektrotehnike i računarstva, (2011./2012.), Unizerzitet u Zagrebu.

Uređaj za testiranje baterija bez dodatnog napajanja

Luka Marinković, Milica Danković, Staša Krstić, Danilo Drobnjak, Danko Danković, Igor Arsić

Sadržaj - U ovom radu opisan je uređaj za brzo testiranje stanja baterija bez dodatnog napajanja. Cilj rada je da korisnici mogu na jednostavan način utvrde "stanje" baterije tj. da li se ona još uvek može koristiti.. Stanje utvrđujemo indikacijom pomoću LED - (Light-Emitting Diode) dioda.

I. UVOD

Današnji život je nezamisliv bez baterija, jer je ona prisutna u mnogim elektronskim uređajima. Uticaj istrošenih baterija na životnu sredinu je veoma veliki i ogleda se u trajnom zagađenju životne sredine kada se ovakve baterije nađu u prirodi ili zajedno sa ostalim otpadom na deponijama smeća. Najveći uzročnik zagađenja koji se nalazi u baterijama su teški metali (olovo, živa, kadmijum ...itd). Neki od tih metala kada se nađu u hrani ili vodi mogu da izazovu trajne i teške posledice po zdravlje ljudi. Zbog toga je veoma bitno da se baterije ''maksimalno'' iskoriste i da se nakon delimičnog smanjenja kapaciteta koriste u manje zahtevnijim uređajima, slika 1 [1]. Vreme rada pojedinih uređaja je određeno kapacitetom baterija, a kapacitet zavisi o dosta stvari, najčešće je to radna okolina.



Slika 1. Projekat kojim se propagira maksimalno korišćenje baterija [1].

Luka Marinković, Milica Danković, Staša Krstić i Danilo Drobnjak su učenici Tehničke škole "Rade Metalac" iz Leskovca, Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija. E-mail: lukamarinkovic2@gmail.com dankovicmica@gmail.com, stasakrstic@gmail.com, danilodrobnjak7@gmail.com

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

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

Kako baterija stari, njen kapacitet opada, a kada se ovo desi baterija ne može obezbediti potrebnu energiju. Merenjem stvarnog kapaciteta, moguće je odrediti da li se sistem baterija može i dalje koristiti ili se mora menjati. Naime, kod većih potrošača gde se koristi niz baterija (vezanih serijski, paralelno ili kombinovano) važno je na vreme uočiti neispravnu bateriju i zamijeniti je, u suprotnom ona uništava okolne baterije (različitom raspodelom napona ili različitim strujama punjenja i pražnjenja) pa na taj način nakon nekog vremena izaziva dodatne troškove. Moguće je uštedeti mnogo novca određivanjem tačnog vremena zamene baterije.

Zbog lakše upotrebe, stanje baterija pokazujemo pomoću LED dioda. Karakteristika ovakvih uređaja je da su veoma prosti za upotrebu, zato ih može koristiti široka populacija.

II. REALIZACIJA UREĐAJA

Električna šema testera baterija prikazana je na slici 2. Uređaj poseduje dva opsega: kada je prekidač SW1 podešen kao što je prikazano u šemi uređajem se mogu testirati baterije od 3V do 15V. Kada je SW1 prebačen na drugu poziciju, mogu se testirati samo baterije od 1.5V [1-3].

Glavni delovi uređaja su dva CMOS tajmera IC1,IC2 - 7555 ili TS555CN [4].

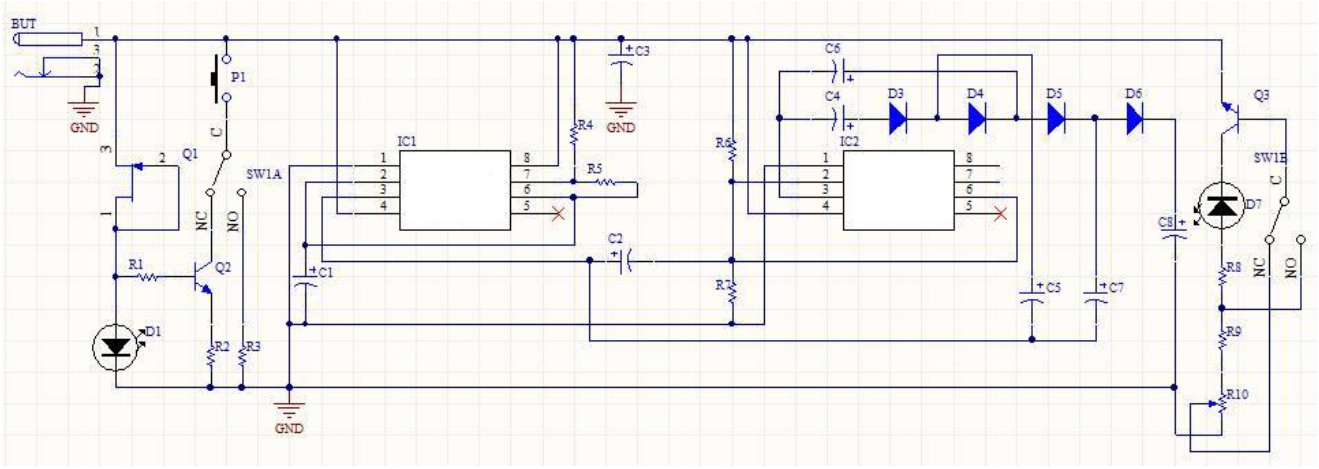
Baterije za testirajne se postavljaju u standardna ili univerzalna ležišta za baterije, kao što je ilustrovano na slici 3.

FET tranzistor Q1 obezbeđuje konstantnu struju za LED diodu D1 i struju za polarizaciju baze bipolarnog tranzistora Q2. Na ovaj način je omogućeno da LED dioda svetli konstantnim intenzitetom nezavisno od napona baterije od 3V do 15V. Tranzistor Q2, kada je prekidač P1 zatvoren, isporučuje konstantnu struju bateriji od oko 120mA. Integrisano kolo IC1 je oscilatorno kolo, generator povorke pravougaonih impulsa frekevencije oko 3kHz. Integrisano kolo IC2 je kolo invertora i drajvera zajedno sa IC1, ali u protiv fazi. Deo kolo sa diodama D2, D6 i kondenzatorom C4-C7 predstavlja kolo množača napona. Kondenzator C8 se puni ovim uvećanim naponom. Taj napon se razdeljuje preko razdelnika napona koga čine otpornici R8-R10. Napon sa razdelnika napona polariše bazu tranzistora Q3. Kada je prekidač P1 otvoren, opterećenje baterije koja se testira, je vrlo nisko, tako da tranzistor Q3 održava da LED D7 bude isključena.

Zatvaranjem prekidača P1, baterija koja se testira, se optereti sa 120mA. Ako baterija nije skroz napunjena, njen napon počinje da opada: kada ovaj napon opadne 0.6V ispod nominalnog napona baterije, emitor tranzistora Q3 je na nižem potencijalu od baze, tako da tranzistor odlazi u zasićenje i LED D7 svetli. Ovo stanje će trajati nekoliko sekundi, dok napon na kondenzatoru C8 ne opadne sa inicijalne na novu vrednost, proporcionalnu sa naponom baterije koja se testira. Ako je baterija koja se testira, napunjena, neće doći do opadanja napona pa će LED ostati isključen.

Kada se testira baterija od 1.5V, ovo kolo ne radi dok se SW1A ne prabaci u položaj da kontaktira R3=10Ω. Tranzistor Q3 se takođe polariše preko prekidača SW1B.

Treba napomenuti, da bi se kolo podesilo da radi na 6-7.5V, treba priključiti kolo na toliki napon i podesiti potenciometar R10 tako da se LED D7 potpuno isključi, bez pritisnutog prekidača P1. Da bi se kolom testirale baterije od 1.5V nije potrebno dodatno podešavanje. Kola IC1 i IC2 treba da budu CMOS integrisana kola NE555, jer to kolo može da osciluje pri naponima napajanja manjim i od 1.5V.



Slika 2. Električna šema testera baterija [1-3].



Slika 3. Standardna i univerzalna ležišta za baterije.

Sam uređaj kako je već opisan može da radi u dva moda i to: za testiranje baterija od 3V do 15 V i testiranje baterija od 1.5V [6].

Testiranje baterija od 3V do 15V

-Postavimo SW1 kao što je prikazano u šemi.
-Postavitmo bateriju na testiranje u odgovarajuće ležište ili u okvir u strujnom kolu .
-Sačekajmo nekoliko sekundi sa namerom da dozvolite da C8 dostigne punu snagu .
-LED D1 svetli u konstantnom intezitetu, nezavisno od voltaže baterije.
-Ako D1 svetli slabo ili ne svetli uopšte baterija je neupotrebljiva.
-Ako D1 dobro ili jako svetli, pritisnemo P1 i pratimo LED diodu D7. Ako je D7 i dalje potpuno isključena, baterija je u veoma dobrom stanju.
-Ako D7 svetli veoma jako nekoliko sekundi, baterija je slaba. Ovo stanje potvrđuje i primetno slabljenje osvetljenja kod D1.
-Ako D7 svetli slabo nekoliko sekundi ali D1 zadrži isti intenzitet svetlosti, baterija je i dalje dobra ali nije nova.

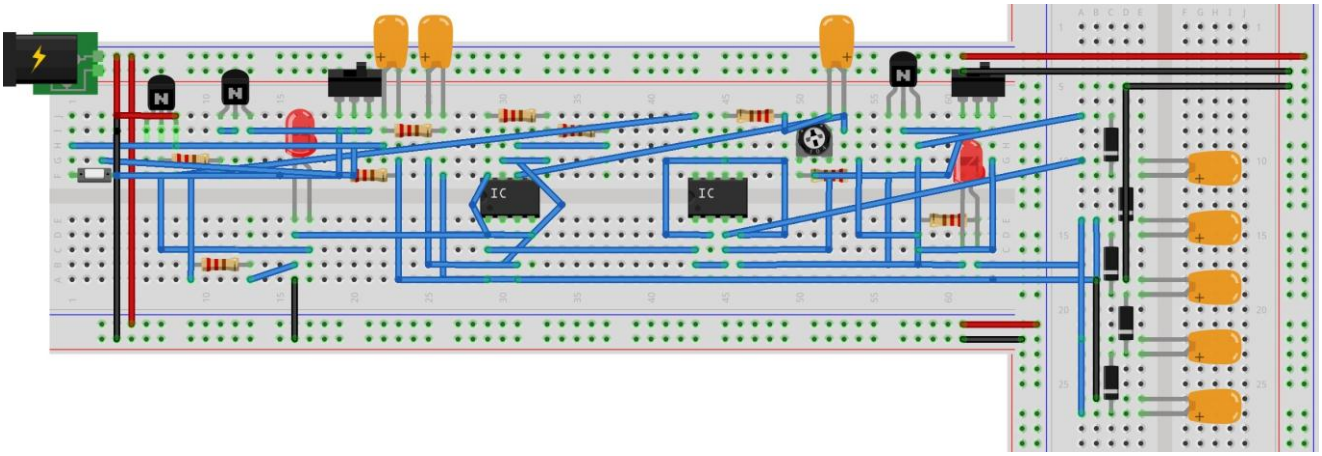
Testiranje baterije od 1.5V

-Prebacitmo SW1 u poziciju suprotnoj od one prikazane u šemi.
-Postavitmo bateriju za testiranje u odgovarajuće ležište ili u okvir u strujnom kolu
-Sačekajmo nekoliko sekundi kako bi C8 bio potpuno pun.
LED D1 svetli veoma slabo samo u prisustvu nove baterije, inače je isključen.
-Pritisnemo P1 i pratimo stanje na LED D7. Ako D7 ostane potpuno isključen baterija može biti u veoma dobrom stanju.
-AkoD7 svetli jako nekoliko sekundi, baterija je slaba.
-Ako D7 svetli slabo nekoliko sekundi, baterija je i dalje dobra ali nije nova.

-Ako sumnjamo na to da je baterija od 1.5V bude potpuno prazna, sigurnije je da serijski vezemo dve takve baterije od 1.5V, a onda uraditmo test na opsegu 3V.

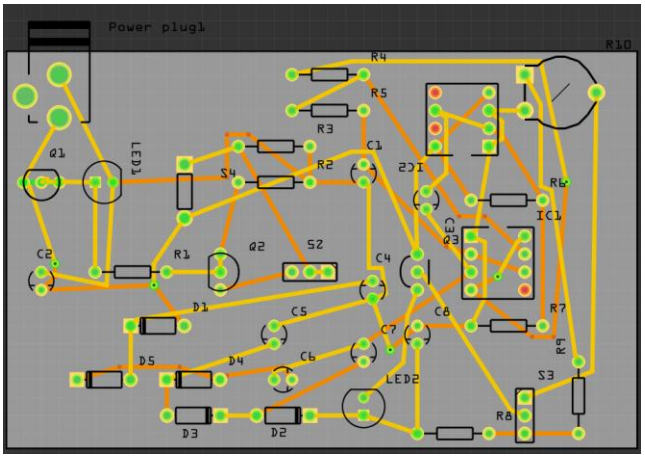
III. REALIZACIJA UREĐAJA NA PROTOPLOČICI

Najednostavniji način rasporeda komponenata na protoploči je korišćenjem nekog softvera. Fritzing je softver otvorenog tipa (eng. Open source software) za razvoj amaterskog ili hobi CAD softvera za projektovanje elektronskog hardvera, sa ciljem da se od eksperimentisanja na prototipu krene u izradu ozbiljnijih kola [6]. Razvijen je na Univerzitetu primenjenih nauka Potsdam [7]. Na slici 3 prikazana je električna šema testera baterija realizovana na protoploči. Fritzing omogućava i projektovanje same štampane ploče uređaja.



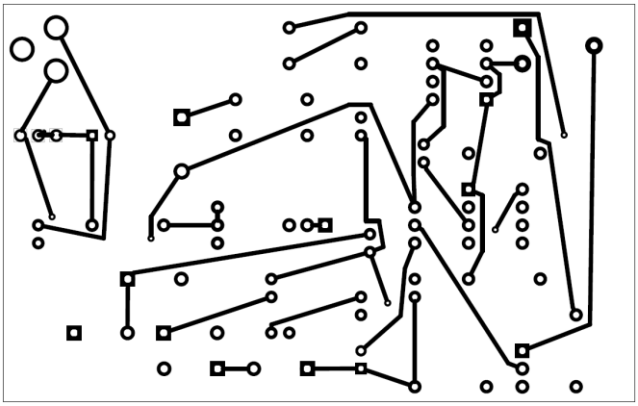
Slika 4. Tester baterija realizovan na protoploči korišćenjem.

PCB projekat testera baterija prikazan je na slici 5 (pogled sa gornje strane). Žute linije predstavljaju linije veza u Top layer-u, dok narandžaste predstavljaju linije veza u Bottom layer-u.

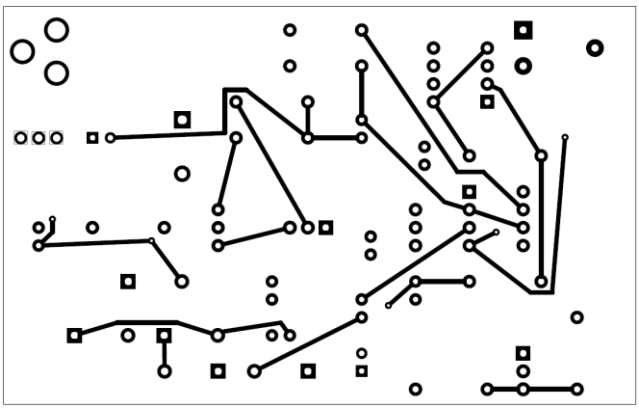


Slika 5. PCB projekat testera baterija.

Da bi štampana ploča bila fizički realizovana potrebno je napraviti tzv. Gerber fajlove. To su fajlovi koje čitaju mašine za izradu štampanih ploča. Gerber fajl za Top layer prikazan je na slici 6, a za Bottom layer na slici 7.



Slika 6. Gerber fajl Top layer.



Slika 7. Gerber fajl Bottom layer.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana uređaj za brzo testiranje baterija i to za opseg od 1,5V i opseg od 3 do 15V. Prednost uređaja je što ne koristi sopstveno napajanje, vec za svoj rad koristi napajanje baterije koja se ispituje. Baterije se prilikom ispitivanja postavljaju u standardna lezista. Indikacija stanja baterija ostvarena je pomoću LED dioda. Pored direktne uštede zbog produzenog perioda korisćenja imamo i uštedu u vidu odlaganja recikliranja ovih baterija.

ZAHVALNICA

Za finansijsku podršku u realizaciji ovog projekta zahvaljujemo se Tehničkoj školi "Rade Metalac" iz Leskovca Dimitrija Tucovića bb 16000 Leskovac. Email: rademetala@ptt.rs. Tel. 016 234 612.

Autori se zahvaljuju i kolegama sa Elektronskog fakulteta u Nišu, Nikoli Radisavljeviću, Milanu Stojanoviću i Milošu Marjanoviću, za nesebičnu pomoć prilikom pisanja rada.

Glavni cilj ovog projekta je da učenici od početka do kraja prođu proceduru na realizaciji nekog uređaja i steknu znanje koje će im biti od velike koristi tokom daljeg školovanja. U ovom slučaju to je urađeno u velikoj meri uz pomoć kolega sa Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] http://www.stvarnovazno.org/Stvarno-vazna-promena/755/Isprazni-baterije--napuni-korpu.shtml
[2] https://www.scribd.com/document/55711829/Kontrola-Kapaciteta-Baterija-Seminar
[3] http://www.redcircuits.com/Page43.htm
[4] http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/25479/STMICROELECTRONICS/TS555CN.html
[5] http://baterije.rs/baterije-i-zivotna-sredina
[6] http://fritzing.org/home/
[7] http://www.uni-potsdam.de/en/university-of-potsdam.html

Realizacija digitalno kontrolisanog pojačavača za automatsku kontrolu pojačanja

Miloš Mitić, Vladan Krstić

Sadržaj – U ovom radu prikazana je realizacija i osnovne karakteristike jednog prototipa digitalno kontrolisanog pojačavača. Potrebno je bilo projektovati i realizovati digitalno kontrolisani pojačavač sa 8 kontrolnih bitova, maksimalnog pojačanja 50 dB i propusnog opsega do 1 MHz. Pojačavač je namenjen za automatsku kontrolu pojačanja u optičkom prijemniku uz pomoć mikrokontrolera.

I UVOD

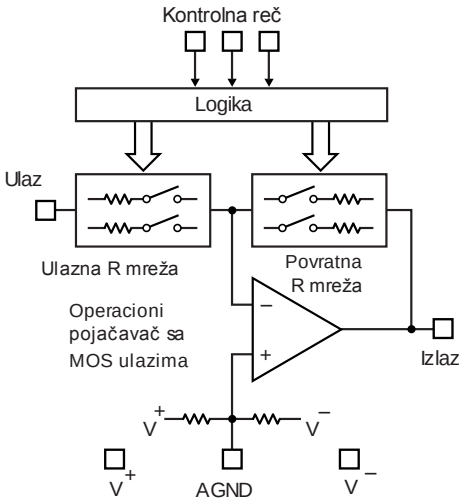
Digitalno kontrolisani pojačavač ili pojačavač sa programabilnim pojačanjem (PGA) predstavlja pojačavač čije se pojačanje može kontrolisati uz pomoć spoljašnjeg digitalnog signala. Obično se pojačanje može podesiti od ispod 1V/V do preko 100V/V. Kontrolni signali mogu između ostalog biti SPI, I^2C, ili u nekom drugom digitalnom formatu. [1] Uobičajeno je da je faktor pojačanja monotona funkcija ulazne reči, odnosno povećanje kontrolne reči na ulazu dovodi do povećanja pojačanja, i obratno. Karakteristike pojačavača, kao što su propusni opseg, ofset ili odnos signal-šum, zavise od podešene vrednosti pojačanja. Prednost korišćenja pojačavača sa programabilnim pojačanjem se ogleda u tome što je u velikom broju slučajeva moguće upotrebiti jedan pojačavač umesto većeg broja fiksnih pojačavača, uz ekvivalentno smanjenje cene koštanja. Složenost tipičnog podsistema se obično može smanjiti na jedan pojačavač sa digitalnom kontrolom pojačanja, koji se kontroliše uz pomoć mikrokontrolera [2-5].

Pojačavači sa programabilnim pojačanjem se često sreću u sledećim primenama [3, 4]:

- kao drajveri ispred A/D konvertora
- aplikacije sa multipleksiranim analognim signalima
- akvizicija podataka
- industijska intrumentacija
- oprema za testiranje
- medicinska instrumentacija
- kola sa fotodiodom
- ultrazvučni predpojačavači
- sonar
- petlje za automatsku kontrolu pojačanja (AGC)

Miloš Mitić i Vladan Krstić su studenti Elektronskog fakulteta u Nišu Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: shamy994@gmail.com

Najčešći način realizacije koristi operacioni pojačavač kao osnovni element, sa promenljivim otporom - bilo u ulaznom delu, bilo u kolu povratne sprege, a ponekad i u obadva slučaja, kao što je to prikazano na slici 1. U mnogim slučajevima je potrebna i kontrola ofseta, koja je takođe prikazana u okviru blok dijagrama na slici 1 u vidu otpornika između AGND i V+ i V-.

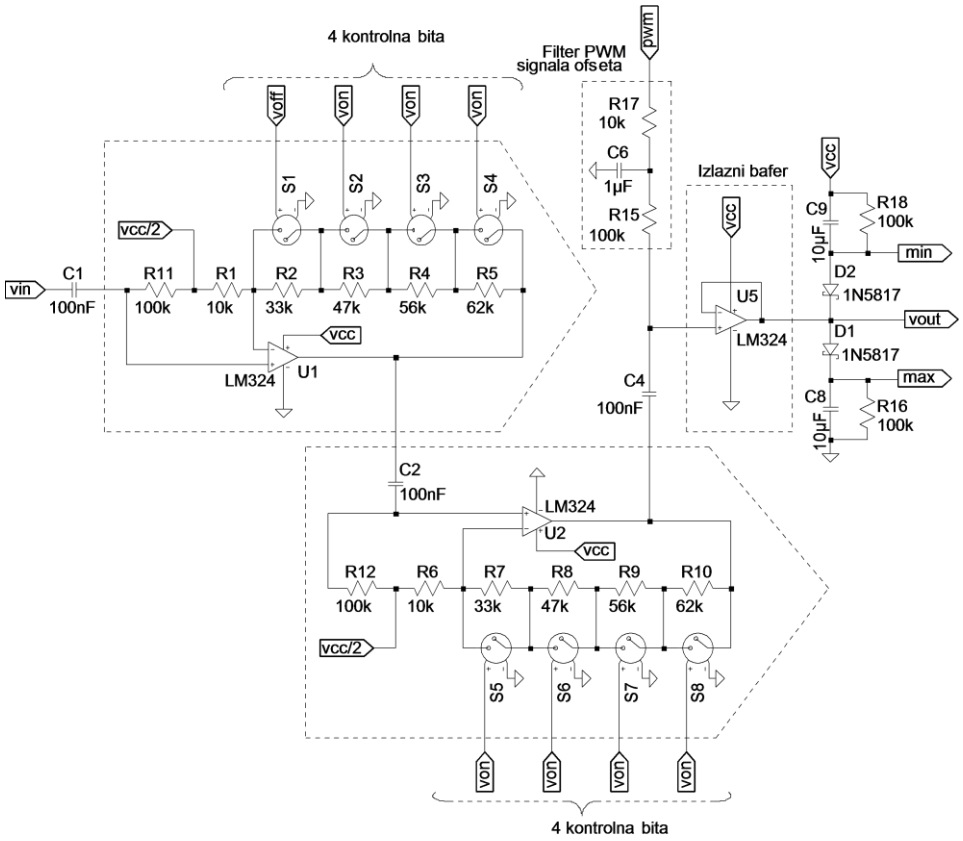


Slika 1. Uopšteni blok dijagram pojačavača sa digitalnom kontrolom pojačanja [2].

II NAMENA POJAČAVAČA I ZAHTEVANE KARAKTERISTIKE

Optički prijemnik mora da ima širok dinamički opseg kako bi mogao da se koristi za prijem veoma slabih, kao i dosta jakih optičkih signala. Bez obzira na snagu prijemnog signala, na izlazu prijemnika je potrebno da signal bude pojačan tako da ima dobro definisane nivoe nule i jedinice, kako bi mogao da se koristi u kolu za odlučivanje [6]. Kontrola pojačanja i srednje vrednosti signala može biti analogna ili digitalna, pri čemu oba načina imaju svoje prednosti i nedostatke. Zadatak projekta je realizacija pojačavača koji bi se koristio sa digitalnom kontrolom.

Ovakav pojačavač je namenjen korišćenju u kolu automatske kontrole pojačanja optičkog prijemnika, pri čemu bi mikrokontroler konstantno nadgledao nivoe nula i jedinica, i automatski podešavao srednju vrednost izlaznog signala i pojačanje kako bi ovi nivoi uvek bili u propisanim granicama.



Slika 2. Kompletna šema digitalno kontrolisanog pojačavača.

Potrebno je projektovati i realizovati digitalno kontrolisani pojačavač koji će moći da menja pojačanje u funkciji digitalne ulazne reči od 8 bitova. Takođe, pojačavač mora da ima mogućnost digitalne kontrole srednje vrednosti izlaznog signala.

Ulazni signal treba da bude naponski, u opsegu 0-5 V, a pojačavač mora da ima mogućnost podešavanja tako da gornja vršna vrednost (ili anvelopa) izlaznog signala, kao i donja vršna vrednost izlaznog signala budu zadate u opsegu 0-5 V. Prema tome, pojačavač pored izlaznog signala mora da ima analogne izlaze koji su srazmerni gornjoj i donjoj vršnoj vrednosti. Realizacija treba da se oslanja na komponente koje se mogu napajati jednostavnim (i jeftinim) ispravljačem od 12 V, ili punjačem starijih mobilnih telefona. Propusni opseg od interesa je 1 MHz, a izlazni filtar nije potreban u fazi izrade pojačavača.

III IDEJNO REŠENJE POJAČAVAČA

Posle detaljnog razmatranja mogućih načina realizacije, došli smo do predloga rešenja koje je prikazano na slici 2. U ovoj šemi se vidi da smo se odlučili za kaskadnu vezu dva identična pojačavača koji imaju po četiri kontrolna bita. Razlog za ovo prvenstveno leži u tome što bi za direktnu realizaciju sa 8 bitova bio potreban veliki opseg vrednosti otpornika, što smo hteli da izbegnemo. Oba stepena su realizovana kao neinvertujući pojačavači, a odlučili smo i da otporna mreža nad kojom se vrši kontrola bude u kolu povratne sprege. Pošto smo koristili jednostrano napajanje, pojačavači imaju AC spregu i pojačavaju signal u odnosu na referentni nivo koji je postavljan na polovinu napona napajanja.

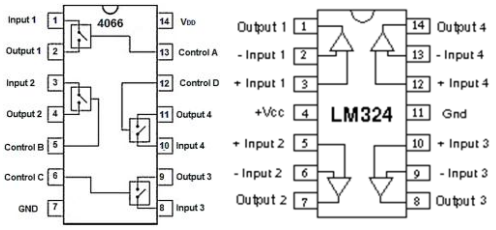
Kako pojačavač treba da ima pojačanje veće od jedinice, u kolu povratne sprege će otpor biti veći, pa se kontrola otporne mreže jednostavnije vrši na tom mestu. Alternativno, u ulaznom delu pojačavača su potrebni manji otpori, pa je nešto komplikovanije postići njihovu kontrolu, zbog čega smo se i odlučili za suprotnu konfiguraciju.

Nakon pojačavačkih stepena smo, realizovali jednostavno kolo za integraljenje u vidu pasivnog RC filtra koji na ulazu treba da dobija impulsno-širinski modulisani signal iz mikrokontrolera. Njegov izlaz je jednosmerni signal koji definiše srednju vrednost signala nakon dva pojačavačka stepena.

Nakon ovog podešavanja jednosmerne komponente, sledi izlazni stepen sa jediničnim pojačanjem (U5) koji ima ulogu da razdvoji kolo od sklopova koji će kasnije biti vezani na izlazu. Na samom izlazu postoji detektor maksimalne i minimalne vrednosti napona, realizovan uz pomoć Šotki diode. Ova maksimalna i minimalna vrednost su ulazni podaci za mikrokontroler koji će automatski regulisati rad kola.

IV KARAKTERISTIKE IZABRANIH KOMPONENTI

Za izradu našeg projekta smo predvideli integrisano kolo 74HC4066, čije karakteristike uglavnom zadovoljavaju naše zahteve, ali nam niska cena pomenutog



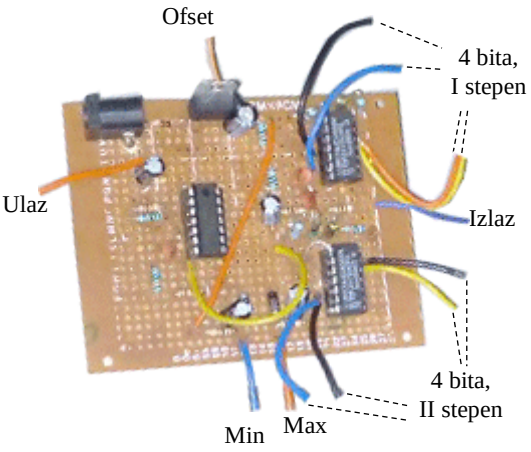
Slika 3. Funkcionalni dijagrami integrisanih kola 74HC4066 i LM324N.

integrisanog kola svakako odgovara i zadovoljava potrebe projekta. 74HC4066 ima četiri nezavisna analogna prekidača [7]. Svaki prekidač ima dva ulazno/izlazna pina (pinovi nY or nZ) i jedan aktivan selektorski pin (pin nE). Kada je pin nE na niskom naponu, odgovarajući analogni prekidač je isključen. Kada je uključen, otpornost prekidača je relativno konstantna za ceo opseg ulaznog signala. Izgled kućišta sa prikazanim položajem komponenti prikazan je na slici 3.

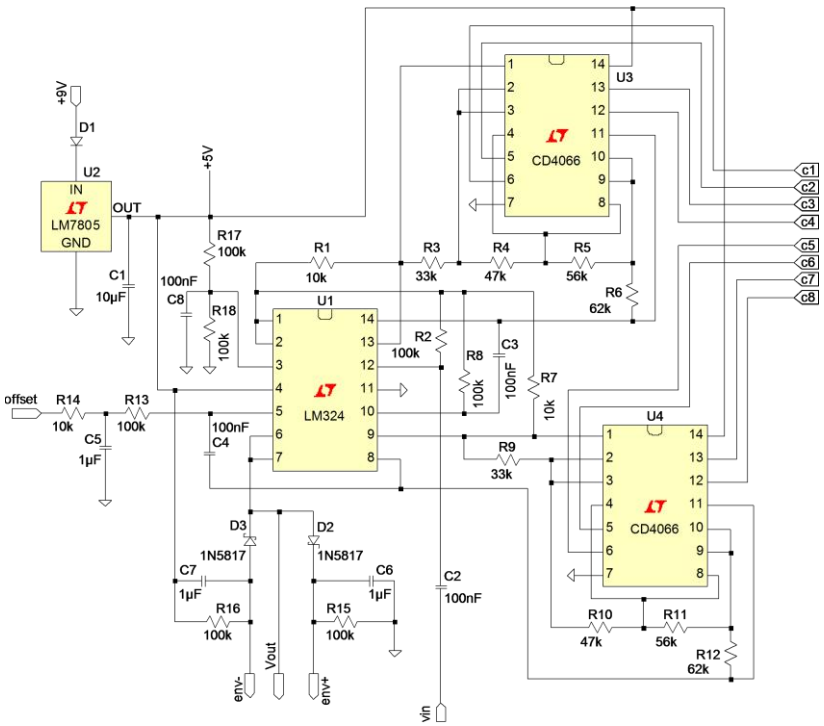
Takođe nam je potrebno i jedno integrisano kolo sa operacionim pojačavačima, u našem slučaju LM324N. LM324N se sastoji od četiri nezavisna, interno frekventno-kompenzovana operaciona pojačavača sa velikim pojačanjem, dizajniranim specijalno da se rade samo sa jednim nesimetričnim izvorom napajanja, širokog naponskog opsega [8]. Funkcionalni dijagram prikazan je takođe na slici 3. Imajući na umu pomenuta integrisana kola, detaljnija šema pogodna za realizaciju je sastavljena u LT Spice-u, i njen izgled je predstavljan na slici 5.

V PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE PROTOTIPA

Za realizaciju našeg projekta smo iskoristili raster-ploču veličine 7×9cm, slika 6. Pored postojećih rupica sa rasterom 2.54 mm, bilo je potrebno i dodatno proširiti neke od njih jer su pinovi DC konektora to zahtevali. Funkcionisanje prototipa je provereno jednostavnim vezivanjem sondi osciloskopa na ulaz i izlaz kola, gde se nakon uključivanja napajanja i dovođenja test signala, na ekranu pojavljuju dva talasna oblika - ulazni i pojačani signal.



Slika 6. Izgled realizovanog prototipa na raster ploči.

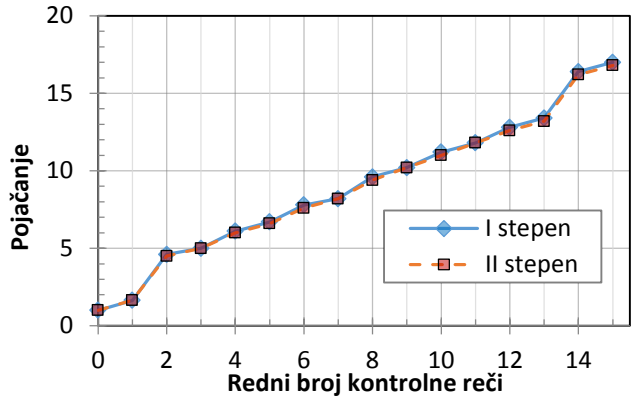


Slika 5. Detaljna šema prototipa.

TABLE I

IZMERENE VREDNOSTI POJAČANJA NAPONA ZA OBA STEPENA

I stepen (II stepen postavljen na pojačanje 1)	1	1,64	4,6	5	6,1	6,7	7,8	8,2	9,6	10,2	11,2	11,8	12,8	13,4	16,4	17
II stepen (I stepen postavljen na pojačanje 1)	1	1,65	4,5	5	6	6,6	7,6	8,2	9,4	10,2	11	11,8	12,6	13,2	16,2	16,8



Slika 7. Pojačanje u zavisnosti od kontrolnih reči.

Pri promeni napona na selektorskim ulazima prekidača, menja se i ukupno pojačanje mreže. Pojačanje pojedinačnog pojačavačkog stepena se meri tako što se meri pojačanje celog kola, a preostali pojačavački stepen je postavljen na jedinično pojačanje. Dobijeni rezuiltati su prikazani u tabeli 1, bez navođenja ulazne kontrolne reči. Može se uočiti da su vrednosti pojačanja vrlo bliske za oba stepena. Na slici 7 se vidi međusobni raspored dobijenih pojačanja, koji je manje-više linearan u opsegu 2-13. Iako je teorijski maksimalno pojačanje stepena 20, dobijeni rezultati pokazuju da je ono nešto manje, što ukazuje da kontrola otporne mreže nije ostvarena u potpunosti kako je u početku planirano.

Propusni opseg pojačavača je obrnuto proporcionalan samom pojačanju pojačavača, pa nije moguće realizovati pojačavač sa velikim pojačanjem i velikim propusnim opsegom u isto vreme. Da bi se dobilo kolo sa većim propusnim opsegom, potrebno je koristiti operacione pojačavače novije generacije, koji imaju bolje karakteristike od LM324. Takođe, zbog kaskadne konfiguracije i simetričnosti mreže kontrolnih ulaza, ne možemo očekivati 256 različitih vrednosti pojačanja, koliki je mogući broj kontrolnih reči, već samo 136.

VI ZAKLJUČAK

Projektovani digitalno kontrolisani pojačavač je uspešno realizovan i pokazao se adekvatnim za korišćenje u kolu automatske kontrole pojačanja optičkog prijemnika. Kaskadna realizacija je smanjila složenost prilikom projektovanja i izrade, ali i skup mogućih pojačanja uređaja. Ukupno pojačanje napona se može kontrolisati u u granicama 1 – 285, odnosno 0 – 49,2 dB, što odgovara početnim pretpostavkama. Opseg u kome se precizno može kontrolisati pojačanje napona je nešto manji i kreće se u granicama 12 – 48 dB.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Kompletna realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za komunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Wikipedia, „Programmable-gain amplifier“, dostupno putem interneta: https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable-gain_amplifier

[2] Linear Technology, Digitally Controlled Programmable Gain Amplifiers in SOT-23, kataloški podaci, dostupno putem interneta na: http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/6910123fa.pdf

[3] Kataloški podaci, Microchip, "Programmable Gain Amplifiers (PGAs), Operational Amplifiers and Comparators Design Guide", dostupno putem interneta: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21861e.pdf

[4] Walter G. Jung, "Op Amp applications handbook", poglavlje 2-3, Elsevier, December 2004.

[5] Bonnie C. Baker, Microchip Technology Inc., "Sensing Light with a Programmable Gain Amplifier", AN865, dostuno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00865a.pdf

[6] Texas Instruments, “CD4066B CMOS Quad Bilateral Switch”, kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4066b.pdf

[7] Texas Instruments, “LMx24-N, LM2902-N Low-Power, Quad-Operational Amplifiers”, kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2902-n.pdf

Automatski sekač

Filip Arsekić, Aleksa Đenić, Milorad Dimitrijević, Nikola Minić, Branislav Nikolić, Aleksa Mitrović, Jovan Jovanović, Uroš Petrović, Radmila Mitić, Dejan Stamenković

Sadržaj - Automatski sekač je mehanizam koji je dizajniran i konstruisan sa ciljem uštede vremena pri serviranju proizvoda. Rešenje je postignuto korišćenjem elektromehaničkog sklopa koji doprinosi jednom vidu humanizacije posla. Rad je realizovan u laboratorijskim uslovima korišćenjem Arduino Uno razvojnog okruženja.

I UVOD

Živimo u svetu gde je potreba za brzom hranom sve veća. Dnevno preko 40 miliona Amerikanaca jede italijanski specijalitet, picu. Ovo veliko tržište nudi dosta prostora za modernizaciju i unpređenje posla. Jedno od rešenja je i automatizacija procesa sečenja pice (automatski sekač). Automatski sekač bi je (samostalno) brzo i efikasno isekao. Takođe on sadrži i grejač koji picu održava toplom (radna temperatura je 60◦C). To bi pomoglo u radu najzaposlenijim picerijama i skratilo bi potrebno vreme za serviranje, odnosno skratilo bi vreme koje je neophodno za posluženje korisnika, a zadovoljniji korisnik bi doveo do povećanja potražnje što bi rezultiralo do povećanja proizvodnje. Za realizaciju automatskog sekača potreban je hardverski i softverski deo koji čine: Unipolarni step motori, Arduino razvojno okruženje, grejač, držac za picu, nož i konstrukcija za povezivanje potrebnih delova.

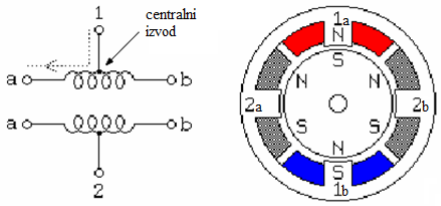
II . UNIPOLARNI STEP MOTORI

Za pokretanje sekačkog sklopa ovog uređaja koristi se unipolarni step motor. [1], [2]. Oni obično imaju 5 ili 6 izlaznih žica kao što je to prikazano na slici (Slika 1). U slučaju da ima 5 žica, izvodi 1 i 2 su kratko spojeni. Obično se ovi izvodi vode na zajedničko napajanje dok se krajevi ***a*** i ***b*** naizmenično uzemljuju. Na ovaj način magnetno polje skokovito rotira, pa rotor prati njegove rotacije.

U primeru sa slike (Slika 1), namotaj 1 je ravnomerno raspoređen između gornjeg i donjeg dela statora dok je namotaj 2 ravnomerno raspoređen između levog i desnog dela statora i izvučeni su njihovi srednji izvodi.

Arsekić Filip, Đenić Aleksa, Milorad Dimitrijević, Nikola Minić, Branislav Nikolić, Aleksa Mitrović, Jovan Jovanović, Uroš Petrović su učenici III razreda smera Tehničar mehatronike, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

Radmila Mitić, Dejan Stamenković, Profesori stručnih predmeta, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: racamitic@gmail.com



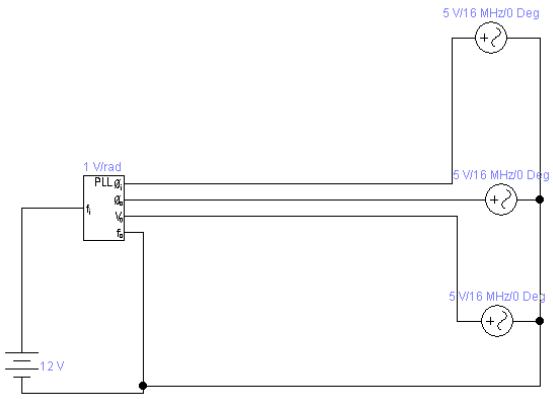
Slika 1. Šema veze statorskih namotaja i poprečni presek unipolarnog step motora

Ako sada te izvode povežemo na zajedničko napajanje i krenemo redom naizmenično da spajamo krajeve 1a – 2a – 1b – 2b, dobićemo kretanje rotora u desno. Upravljanje na ovaj nači je veoma jednostavno pošto se sve svodi na uključivanje i isključivanje namotaja bez bilo kakve promene smera ili intenziteta struje. Mane ovakvog načina upravljanja su što je moment dosta mali pošto u jednom trenutku je aktivan samo jedan namotaj. Ovaj moment se može povećati ako se u isto vreme aktiviraju dva susedna namotaja. Tada se pol statora pozicionira na sredinu između ovih namotaja. Ipak iako ovaj način pojačava moment (oko 70%), utrošak energije je duplo veći.

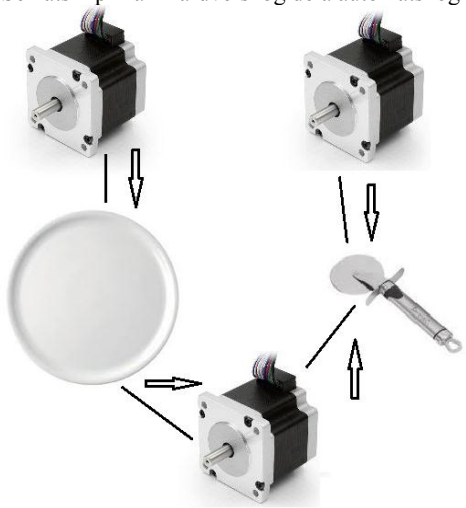
Za realizaciju automatskog sekača potrebna su tri ovakva motora. Njihova uloga je da svaki od njih pokrene po jedan deo sistema, a to su:

1. Tanjir (držač pice)
2. Nož

Jedan motor pokreće tanjir i omogućava njegovo kružno kretanje. Dok se ostala dva motora koriste za pokretanje noža što omogućava njegovo kretanje po x osi, a drugi motor kretanje po y osi. Prenos kretanja od motora do noža se ostvaruje preko klizača štampača. Granice njegovog kretanja, odnosno opseg rada se definiše u softverskom delu. Takođe, u programu se unose i ulazni podaci kojima se određuje brzina i vreme rotiranja. Nakon izvršene naredbe tj. okretanje tanjira za zadato vreme, nož se pokreće i izvršava zadatu akciju sečenja. Nož se zatim vraća u prvobitni položaj. Ovim je jedan korak potrebne operacije izvšen. Potrebna su četiri ovakva koraka za izvršenje jednog radnog ciklusa. Šematski prikaz datog sistema i potrebne komponente su prikazane na slici 2a i 2b.



Slika 2a. Šematski prikaz hardverskog dela automatskog sekača.



Slika 2b. Šematski prikaz hardverskog dela automatskog sekača.

Ugao za 1 korak	Broj koraka za 360°
0.9	400
1.8	200
3.6	100
7.5	48
15	24

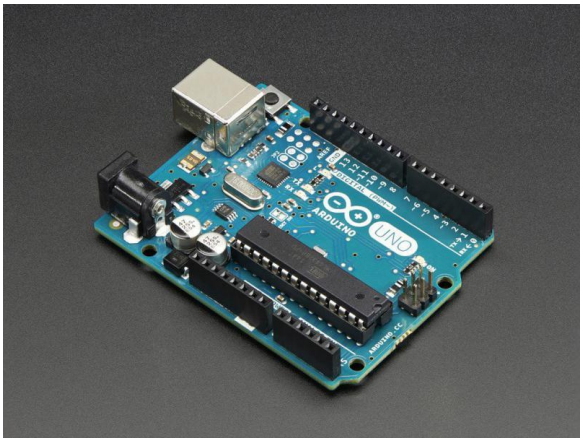
Tabela 2. Uglovi za rotaciju jednog koraka [4].

III. ARDUINO RAZVOJNO OKRUŽENJE

Automatsko upravljanje je postignuto pomoću programabilne komponente arduino uno [3]. On predstavlja razvojni sistem otvorenog koda zasnovan na 8-bitnom Atmel AVR ili 32-bitnom At MR mikroprocesoru. Ploča Arduino razvojnog okruženja u osnovi sadrži: oscilator odnosno kristal koji reguliše vremenske uslove procesora (clock), naponske regulatore vrednosti 5V i 3.3V i USB-to-serial konvertor. Za ovaj projekat je korišćena platforma Arduino UNO [3]. Arduino Uno (Sl.1) je mikrokontrolerska ploča sa ATmega 328P..Sadrži 16 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih 6 mogu da se koriste kao PWM izlazi a 6 kao analogni ulazi), kristalni oscilator od 16 MHz, mikro USB konektor, priključak za napajanje, ICSP konektor i reset taster. Tehničke specifikacije razvojnog okruženja su date u Tabeli 1. za napajanje, ICSP konektor i reset taster. Tehničke specifikacije razvojnog okruženja su date u Tabeli 1.

TABELA 1.
KARAKTERISTIKE MIKROKONTROLERA

Mikrokontroler	**ATmega328P**
Radni napon	5V
Napon napajanja (preporučeno)	7-12V
Maksimalni napon napajanja (ne preporučuje se)	20V
Digitalni I/O pinovi	14 (od kojih 6 obezbedjuje PWM izlaz)
Analogni ulazni pinovi	6
DC (jednosmerna) struja po I/O pinu	20mA
DC (jednosmerna) struja za pin na 3.3V	50mA
Flash memorija	32KB (ATmega328P) od kojih je 0.5KB iskorišćeno za bootloader
SRAM	2KB (ATmega328P)
EEPROM	1KB (ATmega328P)
Takt procesora	16MHz



Slika 3. Arduino Uno.

IV ARDUINO IDE

Arduino integrisano razvojno okruženje (Arduino IDE) [4] je aplikacija napisana u Java programskom jeziku. Kreirano je tako da uvede u programiranje sve zainteresovane sa elementarnim programerskim znanjem. Sastoji se od uređivača koda sa mogućnostima kao što su označavanje koda, uparivanje zagrada, automatsko

uvlačenje linija. Ovaj uređivač može da prevede kod a zatim da ga prebaci u čip jednom komandom. U ovom slučaju nije potrebno podešavati parametre prevođenja koda ili pokretati programe iz komandne linije. Jednostavnim klikom na verifikaciju programa korak 1 (na Sl. 4) i prebacivanjem programa na kontroler korak 2 programiranje je završeno.

Softver se može besplatno preuzeti sa zvanične Arduinove internet stranice. Na Sl. 4 je prikazan izgled softvera. Desni deo slike predstavlja izgled prozora za praćenje podataka koji stižu preko serijske komunikacije. Dovoljno je samo inicijalizovati serijsku komunikaciju i komandom Serial.print ("tekst ili promenljiva") ispisati željenu informaciju.

Arduino integrisano razvojno okruženje dolazi sa C/C++ bibliotekom zvanom "Wiring" koja čini uobičajene ulazno-izlazne operacije veoma jednostavnim. Arduino programi se pišu u C/C++ programskom jeziku, korisnici moraju da definišu samo dve funkcije kako bi napravili izvršni program. Te funkcije su:

setup() - funkcija koja se izvršava jednom na početku i služi za početna podešavanja ,

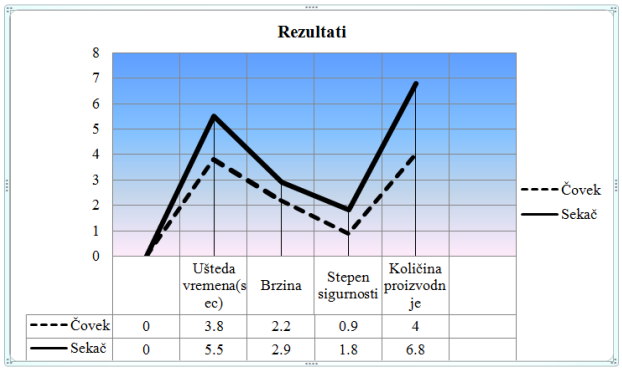
loop() - funkcija koja se izvršava u petlji sve vreme dok se ne isključi ploča.



Slika 4. Program ispisan u Arduinu.

V TESTIRANJE U REALNIM USLOVIMA

U saradnji sa picerijom "La Strega", realizovano je ispitivanje u kome je upoređena količina proizvodnje, kvalitet, brzina i stepen sigurnosti rada picerije bez automatskog sekača i picerije sa automatskim sekačem. Na slici 5 prikazani su rezultati istraživanja.



Slika 5. Rezultati testova.

Na osnovu sprovedenih testova došli smo do sledećih informacija:

1. Brža izrada, i znatno veća ušteda vremena je postignuta
2. Sigurnost radnika nije ugrožena ni na jedan način
3. Količina proizvodnje je skoro duplirana.

VI. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta je bio realizacija automatskog sekača koji ima veliku efikasnost,što je i urađeno. Opravdanost potrebe za ovim uređajem je opravdana jer je postignuta efikasnost zadovoljavajuća, što potvrđuje testiranje u realnim uslovima. Držač koji pokreće sekač , klizač štampača, kao i drveno-metalna konstrukcija su se pokazali kao odličan izbor jer je zadovoljena i ekonomska opravdanost ovog uređaja.Lepa budućnost ovom proizvodu tek predstoji.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan u laboratorijama elektrotehničke škole „Nikola Tesla". Autori se zahvaljuju profesorima škole na pruženoj pomoći i podršci u radu, posebno profesorima Radmili Mitić i Dejanu Stamenkoviću, kao i saradnicima sa katedre za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] Unipolarni step motori www.viser.edu.rs/download.php?id=19250
[2] Step motori http://milan.milanovic.org/skola/parport/parport-12.htm
[3] Arduino Uno http://arduino.cc/en/main/software
[4] Arduino IDE http://arduino.cc/en/main/software

Sistem za digitalno prikazivanje vremena i temperature

Dimitrije Konić, Nikola Glišić, Dimitrije Rašić

Sadržaj - Ovim radom se omogućava prikaz vremena i temperature na displeju koji je osvetljen pomoću LE dioda. Mogućnosti sistema su konstantan prikaz realnog vremena i temperature u okruženju. Osnovu sistema čine: mikrokontroler PIC16F628A, LE diode povezane u 7-segmentni displej, senzor temperature i programski kod pisan u softverskom paketu MPLAB.

I. UVOD

Sistem za digitalno prikazivanje vremena i temperature predtavlja svetleći bilbord čija je namena da privlači pažnju prolaznika prikazivanjem korisnih informacija a ujedno i za osvetljavanje objekata tokom noći. Sistem, uz pomoć PIC16F628A mikrokontrolera, obrađuje vrednosti senzora temperature i prikazuje realno vreme na displeju. Displej je napravljen od LE dioda koje prikazuju obrađene podatke. Konačan prikaz dobijenih vrednosti je na slici 1.



Slika 1. Sistem za digitalno prikazivanje vremena i temperature.

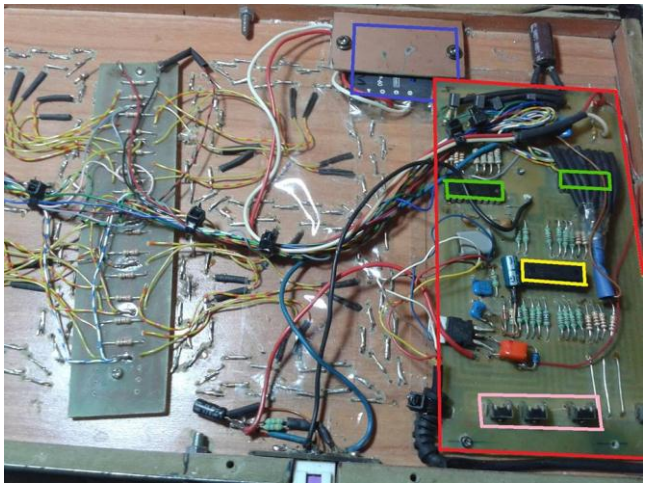
II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Sistem funkcioniše tako što se preko mikrokontrolera na displeju emituju podaci o tačnom vremenu i trenutnoj temperaturi okoline. Mikrokontroler je programiran pomoću softverskog paketa MPLAB. Mikrokontroler reguliše i nazimenično menja podatke na displeju koji je napravljen od LE diode. Za programiranje mikrokontrolera korišćen je metod multiplexiranja multipleksiranja da se ne bi koristili složeniji mikrokontroleri i većim brojem konekcija . Mikokontroler zahteva podatke od senzora temperature. U sledećem setu instrukcija čeka odredjeni vremenski interval, prima podatke od senzora temperature a zatim podatke u početku svakog minuta osvežava trenutnom vrednošću temperature.

Dimitrije Konić, Nikola Glišić i Dimitrije Rašić su učenici II i IV razreda, smerova: Elektrotehničar informacionih tehnologija – ogled i Elektrotehničar računara u „Tehničkoj školi Zaječar“, Knjeginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar. Email: glisicnikola019@hotmail.com

A. Predstavljanje komponenata i priprema za izradu

Na slici 2 prikazana je kontrolna ploča na kojoj su povezane sve komponente sistema.



Slika 2. Kontrolna ploča sistema.

Na slici 2 plavaom bojom označena je unutrašnja baterija za održavanje sistema iako se isključi glavni izvor napajanja. Žutom bojom označen je PIC16F628A procesor sistema. Zelenom bojom označena su 2 pojačavača za rad cifara na displeju. Crvenom bojom označena je glavna štampana ploča sistema. Roze bojom označeni su tasteri za štelovanje sistema.

Mikrokontroler PIC16F628A [1] zasnovan je na RISC arhitekturi sa brzinom od 20MHz, memorijom 2KB, RAM memorijom od 224B i eeprom EEPROM memorijom od 128b. Radni napon mikrokontrolera je 3.0-5.5V. Mikrokontroler PIC16F628A prikazan je na slici 3.



Slika 3. Mikrokontroler PIC16F628A.

Senzor temperature DS18B20 [2] je jednobitni digitalni termometar koji meri temperaturu u opsegu od -55ºC do +125ºC sa apsolutnom greškom od ±0,5ºC. Digitalni termometar prikazan je na slici 4.



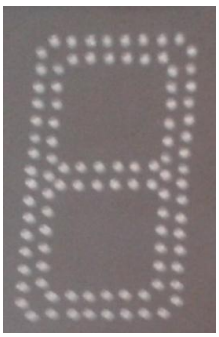
Slika 4. Digitalni termometar DS18B20.

LE diode [3] su sledećih karakteristika: prečnika 5 mm, zelene boje, talasne dužine svetlosti (520nm), jačine svetlosti od 15 000- 20 000 mcd. LE dida prikazana je na slici 5.



Slika 5. LE Dioda.

Sedmo - segmentni displej [4] je prikazan na slici 6. Za njegovu izradu korišćcene su LE diode koje su redno vezane po 14 dioda u segmentu. Svaki segment se napaja naponom od 32V i strujom od 15 mA.



Slika 6. Cifra sedmosegmentnog displeja.

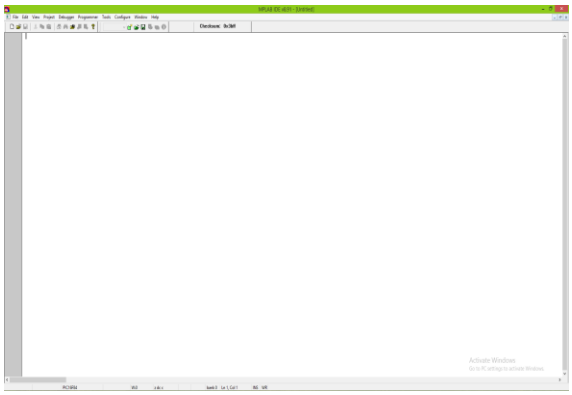
Slika celokupnog displeja data je na slici 7.



Slika 7. Cifra sedmosegmentog displeja.

Sat je programiran za dvadesetčetvoročasovni prikaz vremena. Deo koda programa omogućava prikazivanje vremena u sekundama, minutima i satima.

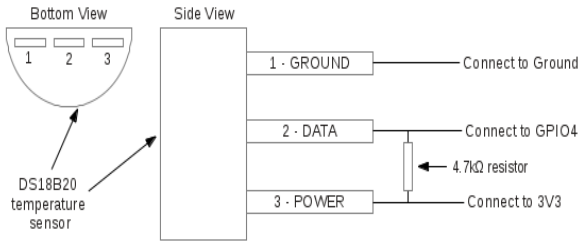
Pre izrade sistema instaliran je softverski paket MPLAB [5] (slika 8.) kojim je programiran mikrokontroler. Softverski jezk za programiranje je u osnovi asembler.



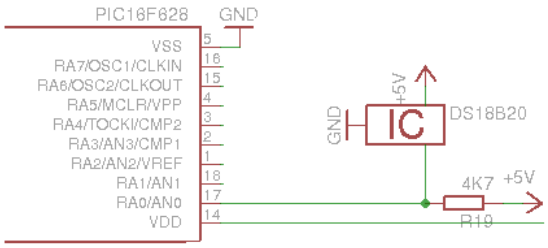
Slika 8. Interfejs programa.

B. Izrada sistema

Prvo je povezan digitalni termometar. Pin br. 1 kao i pin br. 3 namenjeni su napajanju senzora, dok pin br. 2 obezbedjuje informacije o temperaturi. Šema povezanog termometra prikazana je ispod.



Šema realizacije sistema data je na slici 9 (Reč je o Eagle CAD alatu).



Slika 9. Posle realizacije šeme.

Sledeći korak u razvoju projekta je pisanje programa. Na slici 10.a. je deo koda koji će služiti za obradu i kontrolu signala.

```
648   287     0194 seconds_60 CLRF 0x14
649   288     0A95         INCF 0x15, F
650   289     0815         MOVF 0x15, W
651   28A     3C3C         SUBLW 0x3c
652   28B     1903         BTFSC STATUS, 0x2
653   28C     2296         CALL m_is_60
654   28D     0816         MOVF 0x16, W
655   28E     3C18         SUBLW 0x18
656   28F     1903         BTFSC STATUS, 0x2
657   290     2299         CALL h_is_24
658   291     0818         MOVF 0x18, W
659   292     3C0D         SUBLW 0xd
660   293     1903         BTFSC STATUS, 0x2
661   294     22A4         CALL dm_is_13
662   295     281F         GOTO options_________________
663   296     0195 m_is_60 CLRF 0x15
664   297     0A96         INCF 0x16, F
665   298     0008         RETURN
666   299     0196 h_is_24 CLRF 0x16
```

Slika 10.a. Linije koda za obradu i kontrolu signala

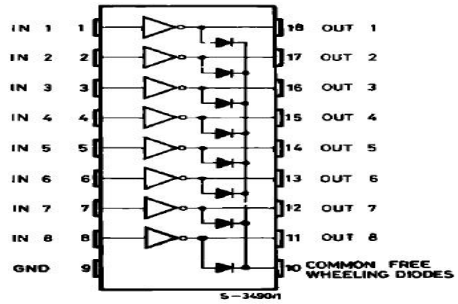
Na slici 10.b. je prikazan kod kojim se prikazuje temperatura.

```
2FF     22D2         CALL sensor__________________
300     0103         CLRW
301     3E0F         ADDLW 0xf
302     2280         CALL wasteit
303     2B16         GOTO continue_tx
304     22D6 W1_tx_bit_0 CALL DQ_Output
305     1005         BCF PORTA, 0
306     0103         CLRW
307     3E0E         ADDLW 0xe
308     2280         CALL wasteit
309     22D2         CALL sensor__________________
30A     0000         NOP
30B     0000         NOP
30C     0000         NOP
30D     0000         NOP
30E     0000         NOP
30F     0000         NOP
310     2B16         GOTO continue_tx
```

Slika 10.b. – Kod kojim se prikazuje temperatura

Komanda NOP koja se ponavlja više puta je upotrebljena da bi procesor usporio zahtevanje podataka senzora temperature na nivo koji on može da šalje. Dakle komanda NOP služi procesoru kao loop od 1. takta (1. milisekunde)

Na kraju je ugrađen interfejs odnosno pojcačavač ULN2813 [6] da bi se usaglasila napajanja segmenta koji koristi napon od 32V i mikrokontroler koji radi na naponu od 5V. Ujedno služi za prilagođenje napona i struje displeja. Izgled kućišta dat je na slici 11.



Slika 11. Izgled kućišta

III. Rezultat istraživanja

Rezultat ovog rada je funkcionalni sistem koji pokazuje trenutnu temperaturu i tačno vreme. Sistem je konfigurisan da prikazuje vreme u trajanju od 10s i temperaturu 3s. Kalibracija sistem za merenje vremena je sa tačnošću od 2 ms.

A. Problemi prilikom izrade rada

Prilikom izrade sistema problem je bilo podešavanje tačnog vremena u sistemu. Pošto sat podržava vrlo precizno štelovanje vremena, u slučaju resetovanja potrebno je uložiti određeno vreme za ponovno štelovanje. Taj problem je rešen strpljivim i preciznim štelovanjem.

IV. Zaključak

Celokupan projekat je osmišljen od strane učenika, a realizovan uz pomoć profesora-mentora. Bilo je potrebno primeniti znanje ne samo iz informatike već i iz elektronike, elektrotehnike i praktičnog rada sa elektro materijalima.

Zahvalnica

Autori rada zahvaljuju se Tehničkoj školi u Zaječaru i profesorima elektro-informatičkog aktiva škole na pruženoj podršci a posebno mentoru dip.inž.elek. Dejanu Nikoliću.

Reference

[1] http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/74968/MICROCHIP/PIC16F628A.html
[2] http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20.html
[3] http://www.mgelectronic.rs/1-1387
[4] www.etf.ucg.ac.me/materijal/1366097946INDIKATORI.pdf
[5] http://www.microchip.com/mplab
[6] http://www.chinaicmart.com/series-ULN/ULN2805A.html

Električni presostat

Petar Petrović, Bogdan Savić, Đorđe Stanković, Radmila Mitić, Dejan Stamenković

Sadržaj - Električni presostat je sklop električnih elemenata koji je projektovan i konstruisan sa ciljem merenja i regulacije pritiska. Regulacija pritiska se ostvaruje korišćenjem električkog sklopa koji omogućava praćenje pritiska tečnosti ili komprimovanog vazduha. Rad je realizovan u laboratorijskim uslovima korišćenjem *Arduino Uno* razvojnog okruženja. U radu je predstavljen postupak realizacije električnog presostata.

I. UVOD

Pouzdano i tačno merenje zahteva visoko kvalitetne merne uređaje i pravilan izbor metode merenja. Merni uređaj je merni instrument čiji je zadatak da izmeri izlaznu veličinu i pretvori je u neki drugi oblik najčešće električni. Kod mernih uređaja vrlo često se javlja potreba za dodatnim elementima koji omugućavaju dodatne funkcije kao što su na primer automatska regulacija, signalizacija, odabiranje određenih vrednosti i tako dalje.

Merenje u automatskom upravljanju ima veliki značaj jer se za dobijanje neophodnih informacija o procesima koji se odvijaju u upravljačkom objektu koriste razni merni uređaji. Sve veća primena računara i preciznija tehnološka ograničenja predstavljaju aktuelne izazove za konstrukciju savremenih i tačnih sredstva za merenje fizičkih veličina važnih za upravljanje.

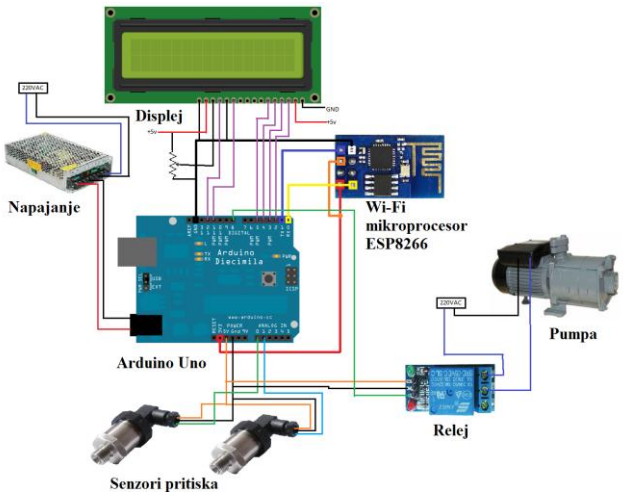
II. ARHITEKTURA SISTEMA

Za realizaciju električnog presostata potreban je softverski i hardverski deo. Hardverskou osnovu sistema čini Arduino Uno (slika 1.) sa komponentama:

- Senzori pritiska
- WiFi mikroprocesor ESP8266
- DC napajanje
- LCD displej
- Kontaktor

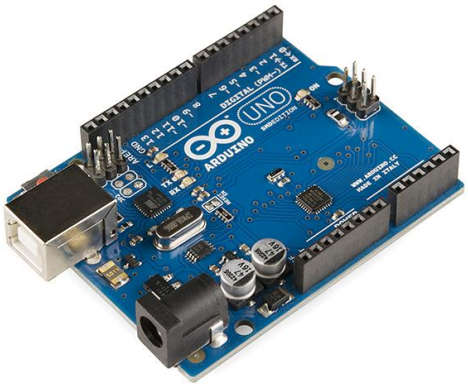
Šematski prikaz povezivanja datih komponenata prikazan je na slici 1.

Električni presostat funkcioniše tako što na početku dobijamo promenu napona sa senzora na ulazu i izlazu pumpe. Jedan senzor očitava pritisak na samoj pumpi, dok drugi očitava na izlazu pumpe. Daljim radom arduino obradjuje podatke sa senzora i uporedjuje ih sa zadatom vrednošću. Uz pomoć Wi-Fi modula uspeli smo da podatke o pritisku i radu pumpe kontrolišemo na daljinu. Takodje trenutne podatke možemo očitavati direkno na samom uređaju pomoću displeja, što predstavlja dodatnu pogodnost.



Slika 1. Šematski prikaz.

III. ARDUINO UNO



Slika 2. Arduino.

Arduino [1] predstavlja razvojni sistem otvorenog koda zasnovan na 8-bitnom Atmel AVR ili 32-bitnom AtmelAMR mikroprocesoru. Ploča Arduino razvojnog okruženja (slika 2.) u osnovi sadrži: oscilator odnosno kristal koji reguliše vremenske uslove procesora (clock), naponske regulatore vrednosti 5V i 3.3V i USB-to-serial

Petar Petrović, Đorđe Stanković, Bogdan Savić su učenici III razreda smera Tehničar mehatronike, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

Radmila Mitić, Dejan Stamenković, Profesori stručnih predmeta, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: racamitic@gmail.com

konvertor. Za ovaj projekat je korišćena platforma Arduino UNO [3]. Arduino Uno je mikrokontrolerska ploča sa ATmega 328P. Ona sadrži 16 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih 6 mogu da se koriste kao PWM izlazi a 6 kao analogni ulazi), kristalni oscilator od 16MHz, mikro USB konektor, priključak za napajanje, ICSP konektor i reset taster. Kontroler je isprogramiran u Arduino IDE razvojnom okruženju korišćenjem C/C++ programskog jezika. Tehničke specifikacije razvojnog okruženja su date u Tabeli 1.

TABLE 1
KARAKTERISTIKE MIKROKONTROLERA

Mikrokontroler	**ATmega328P**
Radni napon	5V
Napon napajanja (preporučeno)	7-12V
Maksimalni napon napajanja (ne preporučuje se)	20V
Digitalni I/O pinovi	14 (od kojih 6 obezbedjuje PWM izlaz)
Analogni ulazni pinovi	6
DC (jednosmerna) struja po I/O pinu	20mA
DC (jednosmerna) struja za pin na 3.3V	50mA
Flash memorija	32KB (ATmega328P) od kojih je 0.5KB iskorišćeno za bootloader
SRAM	2KB (ATmega328P)
EEPROM	1KB (ATmega328P)
Takt procesora	16MHz

IV. WIFI MIKROPROCESOR ESP8266

WiFi modul – ESP8266 [4] je samostalan SOC (sistem na čipu) sa integrisanim TPC/IP protokolom koji omogućava pristup Wi Fi mreži. Svaki modul je sa fabrički isprogramiran AT komandama i može se serijskom vezom povezati sa bilo kojim mikrokontrolerom. Ovaj modul ima moćne mogućnosti obrade i skladištenje podataka koje mu dozvoljavaju da se integriše sa senzorima i drugim uređajima preko njegovih GPIO pinova. Visoki stepen integracije na čipu sa minimalnim dodatnim kolima omogućava da modul zauzme minimalni PCB prostor.

Bitne karakteristike modula su:

-802.11b/g/n protokol

-integrisani TCP/IP protokol

-+19.5 dbm izlazne snage u 802.11b/g/n modu

-integrisani temperaturni senzor

-integrisani 32-bitni procesor (klok 52MHZ)

-spio 1.1/2.0 spi, UART,ADC,PWM

-STBC,1x1MIMO, 2X1 MIMO

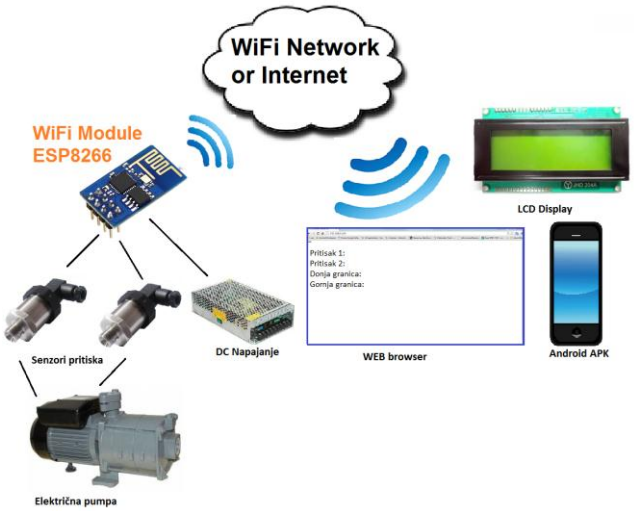
-prenos paketa < 2 ms

-pasivna potrošnja < 1.0mW

-potrošnja u predaji 215mA

-potrošnja u prijemu 62mA

Tok informacija se kreće od senzora na pumpi do mikrokontrolera. Mikrokontroler očitava informacije koje dobija i preko Wi-Fi modula šalje signal do krajnjeg korisnika što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Tok informacija.

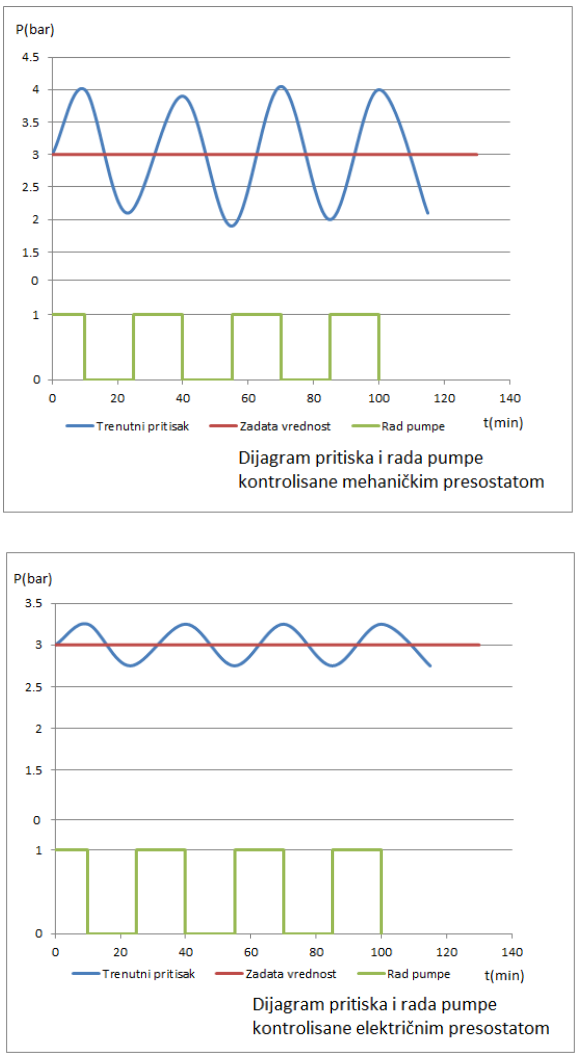
V. POBLJŠANJA POSTIGNUTA UPOTREBOM ELEKTRIČNOG PRESOSTATA

Loše osobine mehaničkog presostata

1. Neprecizno podešavanje maksimalnog i minimalnog pritiska.
2. U toku rada dolazi do razdešavanja podešenih vrednosti zbog habanja mehaničkih delova
3. Sastavljen je od mehaničkih delova: membrana, opruga, poluga, osovinica.
4. Česti kvarovi mehanizma jer radi u uslovima vlage

Dobre osobine električnog presostata

1. Mogućnost daljinskog očitavanja i podešavanja
2. Vrlo precizno i lako podešavanje potrebnih vrednosti pritiska
3. Pouzdan i tačan rad u toku eksplatacije
4. Nema mehaničkih i pokretnih delova



Slika 4. Uporedni dijagrami rada.

Analizom rada električnog i mehaničkog presostata za vremenski period od 140 minuta izmerene su i zabeležene vrednosti pritiska na jednom i drugom presostatu, što je i prikazano na slici 4. Upoređivanjem datih vrednosti izvodi se zaključak da električni presostat ima znatno bolje radne osobine jer su njegova odstupanja od zadate vrednosti manja u odnosu na mehanički presostat.

VI. ZAKLJUČAK

Električni presostat je uređaj koji se izdvaja svojim dobrim karakteristikama u odnosu na do sada korišćene mehaničke presostate. Realizacija ovog uređaja, kao što je prikazano u radu, je jednostavna i može da se realizuje u laboratorijskim uslovima. Još jedna od pozitivnih osobina je i mogućnost daljinske kontrole i praćenja rada, što do sada kod mehaničkih presostata nije bilo moguće.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan u laboratorijama elektrotehničke škole „Nikola Tesla“. Autori se zahvaljuju profesorima škole na pruženoj pomoći i podršci u radu, posebno profesorima Radmili Mitić, Dejanu Stamenkoviću kao i profesorima sa katedre za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] Arduino Uno http://arduino.cc/en/main/software
[2] Arduino IDE http://arduino.cc/en/main/software
[3] J.Krstić, D.Stajić: “Web Home Controller”, 2nd Olimpics in technical creativity of young people in Southestern Europe , Zrenjanin, 28th August 2014.

Sistem za detektovanje pokreta pomoću Arduino Uno platforme – alarm

Aleksa Rajković, Teodora Marković, Pavle Marinković

Sadržaj - Ovaj rad ima za cilj da predstavi sistem za detektovanje pokreta. Osnovu sistema čine: Arduino [1], P.I.R. infrared senzor (*passive infrared sensor*) pokreta, zvučnik i napajanje sa konektorima. Programiranje se vrši u softverskom paketu Arduino IDE.

I. UVOD

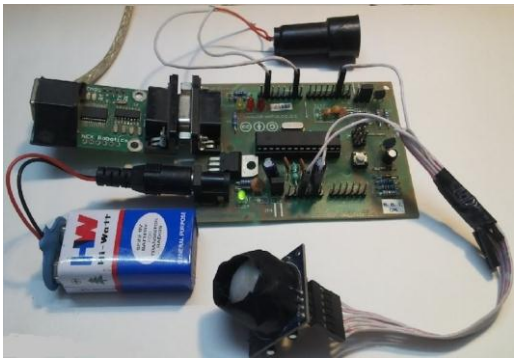
Sistem za detekciju pokreta funkcioniše tako sto PIR infrared senzor detektuje pokret tj. registruje temperaturu tela i informaciju prenosi Arduino na Uno. Arduino Uno obradjuje podatke na osnvu kojih odlučuje o aktiviranju alarma. Zvučnik se aktivira preko PWM (*Pulse-width modulation*) signala prikazano na slici 1.



Slika 1. Osnovna šema.

Konačan rezultat rada sistema za detektovanje pokreta prikazan je na slici 2 .

Teodora Marković i Pavle Marinković su učenici završnog razreda, dok je Aleksa Rajković učenik druge godine smera: Elektrotehničar informacionih tehnologija – ogled u „Tehničkoj školi Zaječar“, Knjeginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar. Email: arajkovic22@gmail.com



Slika 2. Detektor pokreta.

II. PRINCIP RADA SENZORA POKRETA

Ovaj sistem fukcioniše tako što Arduino Uno modul prikuplja informacije od infrared senzora I na osnovu obrade podataka aktvira alarm. Osnovna namena sistema je sprečavanje nedozvoljenog ulaska u prostorije i upozorenje uz aktiviranje alarma.

A. Predstavljanje komponenata i priprema za izradu

Arduino Uno [2] je platforma otvorenog koda. Hardver se sastoji od jednostavnog otvorenog hardverskog dizajna Arduino ploče sa Atmel AVR procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima, tačnije, na sebi poseduje mikrokontroler. Softver se sastoji od razvojnog okruženja koje čine standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči.

Arduino ploču čine 8-bitni Atmel AVR mikrokontroler sa pripadajućim komponentama koje omogućavaju programiranje i povezivanje sa drugom elektronikom. Na slici 3 prikazan je Arduino Uno koji je korišćen u razvoju ovog projekta.



Slika 3. Arduino Uno

Svi objekti sa temperaturom iznad apsolutne nule emituju toplotnu energiju u vidu zračenja. infracrveno zračenje nikad nije vidljivo golim okom, jer su zraci na infracrvenoj talasnoj dužini, ali se može detektovati elektronskim uređajima dizajniranim za tu svrhu. Pasivni infracrveni senzor (PIR senzor) je elektronski senzor koji meri infracrvenu (IR) svetlost koja zrači iz objekata u svom vidnom polju. Oni se najčešće koriste kod detektora pokreta. PIR [3] infrared sensor sa karakteristikama prikazan je na slici 4.



Slika 4. PIR infrared sensor.

„*Piezo buzzer* '' [4] je zvučnik malih dimenzija koji radi na naponu od 2V do 12V. Zvučnik je prikazan na slici 5.

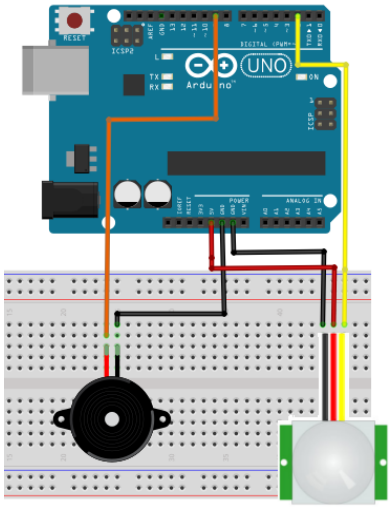


Slika 5. Piezo buzzer.

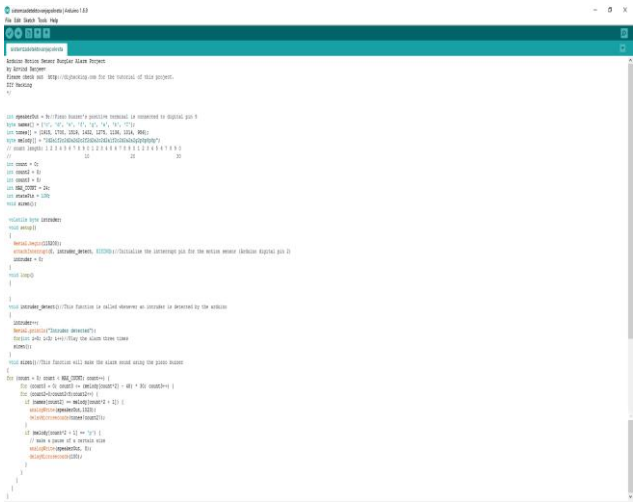
B. Izrada sistema

Povezivanje senzora i zvučnika sa Arduimo Uno se vrsi preko por plocice. Senzor se povezuje tako što pozitivan kraj senzora se poveže na pozitivan kraj arduinovog 5V napajanja , a negativan na masu. Izlazni signal senzora treba povezati na arduinov digitalni pin broj 2. Zvučnik povezujemo tako što negativani kraj zvučnika povežemo na masu arduina , a pozitivan kraj na arduinov digitalni pin broj 9 (pogledati sliku 6).

Posle povezivanja napisan je kod u softveru za arduino IDE [5] koji se preko USB kabla učitava u arduino. Nakon pokretanja arduina kalibrisemo senzor sa okolinom. Senzor se aktivira kada osoba prodje na 6-7 metara od njega. Nakon aktiviranja piezo buzzer će početi da se oglašava i na ekranu će se ispisati poruka „*Intruder detected*" . Zvuk će nastaviti da se čuje jos minut nakon što je pokret poslednji put zabeležen. Osetljivost i čekanje senzora se mogu podesavati. Kada god senzor uoči osobu on šalje digitalan visok (*HIGH*) signal arduinovom pinu broj 2. Odmah se aktivira funkcija „*intruder_detect()*, U našem slučaju on na ekranu ispisuje poruku „*Intruder detected*" i aktivira novu funkciju „*siren()*„ koju ponavlja 3 puta. Funkcija „*siren()*„ je sastavljena od koda za alarm koji je napravljen pomoću PWM signala ili menjanjem frekvencija. Kod sistema je prikazan na slici 7.



Slika 6. Šema za povezivanje.



Slika 7. Kod.

C. Najbitnije linije koda:

```
void setup()
{
Serial.begin(115200);
attachInterrupt(0,          intruder_detect,
RISING); //Pokreće  intterrupt pin senzora
pokreta
(Arduino digital pin 2)
intruder = 0;
```

```
}
void loop()
{
}
void intruder_detect() //Ova funkcija se pokreće kada senzor uoči osobu
{
intruder++;
Serial.println("Intruder detected");
for(int i=0; i<3; i++) //Alarm svira tri puta
siren();     }
```

III. ZAKLJUČAK

Celokupan projekat je osmišljen od strane učenika, a realizovan uz pomoć profesora-mentora. Bilo je potrebno primeniti znanje ne samo iz informatike već i iz elektronike, elektrotehnike i praktičnog rada sa elektro materijalima. Autori rada zadovoljni su krajnjim prozvodom.

Ovaj projekat pruža i mogućnost za dalja istraživanja kao što je prilagođavanje za kontrolu pokreta u prostorijama i kontrolisanje istog preko interneta ili mobilne aplikacije.

ZAHVALNICA

Autori rada zahvaljuju se Tehničkoj školi u Zaječaru radi pružanja tehničkih i materijalnih sredstava takođe velika zahvalnost i profesorima elektro-informatičkog aktiva škole na pruženoj podršci, a posebno mentorima dip.inž.elek. Dejanu Nikoliću i dip.inž.elek. Draganu Miliću.

LITERATURA

[1] Arduino Viki Page (https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino) Septembar, 2016
[2] Arduino Uno (https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno) Septembar, 2016
[3] PIR infrared sensor (https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor/how-pirs-work) Avgust, 2016
[4] Vikipedija – Piezo buzzer (https://en.wikipedia.org/wiki/Buzzer) Septembar, 2016
[5] Arduino IDE 1.6.12 (https://www.arduino.cc/en/Main/Software) Avgust, 2016

Primena vrtložnih struja za ispitivanje materijala

Marko Živić

Abstract – S obzirom na sve brži razvoj tehnologije, javlja se potreba za sve kvalitetnijim mernim instrumentima, koji će omogućiti brzu akviziciju podataka i još lakšu obradu istih. Ovaj rad daje kratak opis sonde koja se bazira na vrtložnim strujama i njihovu primenu.

I. UVOD

Vrtložne struje predstavljaju struje indukovane unutar provodnih materijala pod uticajem promenljivog magnetnog polja unutar provodnika, po Faradejevom zakonu indukcije[1].

Ove struje teku u vidu zatvorenih kontura unutar provodnika u ravni upravnoj na magnetno polje. Mogu biti indukovane unutar provodnog materijala koji se nalazi u neposrednoj blizini vremenski promenljivog magnetnog polja izazvanog naizmeničnim elektromagnetom ili transformatorom, ili relativnim pomeranjem provodnika unutar stalnog magnetnog polja.

Intenzitet indukovane vrtložne struje unutar konture je proporcionalan snazi magnetnog polja, površini konture i brzini promene fluksa, dok je obrnuto proporcionalan specifičnoj otpornosti materijala.

Po Lencovom pravilu, vrtložne struje stvaraju magnetno polje koje se protivi magnetnom polju koje je indukovalo vrtložne struje, čime vrtložne struje vraćaju reakciju izvoru magnetnog polja.

Struja koja teče kroz provodni materijal, koji ima neku svoju unutrašnju otpornost, kao posledicu ima disipaciju energije u vidu toplote u materijalu.

II. ISTORIJA VRTLOŽNIH STRUJA

Prva osoba koja je posmatrala vrtložne struje je Frančes Arago, francuski premijer i matematičar, fizičar i astronom. 1824.godine je posmatrao pojavu tada poznatu pod nazivom rotacioni magnetizam, a takođe se bavio problemom magnetisanja. Njegova istraživanja je upotpunio Majkl Faradej. 1855. godine je Hajnrih Lenc formulisao Lencovo pravilo, koje objašnjava da je smer indukovane struje u objektu takav da ce se indukovano magnetno polje suprotstavljati magnetnom polju koje je indukovalo struju [2].

Marko Živić je student na modulu Upravljanje Sistemima (US), Elektronski fakultet, Katedra za automatiku, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: markoz993@hotmail.com

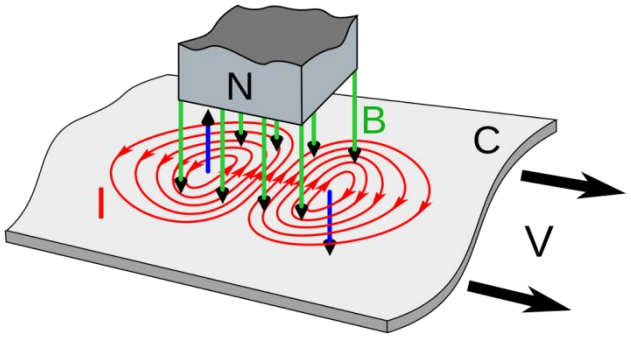
Vrtložne struje stvaraju sekundarno polje, koje poništava deo spoljašnjeg magnetnog polja i na taj način primorava deo spoljašnjeg fluksa da zaobiđe provodnik.

Francuski naučnik Leon Fuko se smatra pronalazačem vrtložnih struja. Septembra 1855. godine, on je otrkio da je sila potrebna za rotaciju bakarnog diska veća kada je primorana da rotira tako da obod diska prolazi između polova magneta, dok se istovremeno disk zagreva pod uticajem vrtložnih struja indukovanih u metalu.

Prva upotreba vrtložnih struja za ispitivanje bez uništenja je obavljena 1879. godine, kada je David Hjuz upotrebio taj princip u praksi.

III. OBJAŠNJENJE PRINCIPA

Ukoliko se posmatra provodna ploča, iznad koje se nalazi stalni magnet i pri tome se provodna ploča kreće u odnosu na stalni magnet, tada će se na površini provodne ploče indukovati struja (Slika 1).



Slika 1. Indukovanje vrtložnih struja na površini provodne ploče pod uticajem promenljivog magnetnog polja.

Provodna ploča - C se kreće ispod stalnog magneta, pri čemu je magnetno polje stalnog magneta označeno zelenim linijama (Slika 1 i usmereno je ka provodnoj ploči). S obzirom da se provodna ploča kreće, dolazi do promene magnetnog fluksa kroz ploču. U prednjem delu ploče (deo ploče koji je bliži linijama vektora brzine *V*, videti Sliku 1), magnetno polje kroz ploču se povećava kako se ploča približava magnetu što znači da će izvod magnetnog polja u vremenu biti veći od nule, videti izraz (1).

$$\frac{dB}{dt} > 0 \qquad (1)$$

Po Faradejevom zakonu o indukciji, ova pojava stvara kružno električno polje na metalnoj ploči oko linija magnetnog polja stvorenog stalnim magnetom, usmereno suprotno od smera kazaljke na satu. To polje indukuje struju koja je usmerena suprotno od smera kazaljke na satu, a na Slici 1 su prikazane u vidu crvenih kružnih linija.

Na zadnjoj ivici magneta, to jest na strani ploče koja je dalja od linija vektora brzine *V*, magnetno polje kroz ploču se smanjuje u vremenu, što se može opisati izrazom (2).

$$\frac{dB}{dt} < 0 \tag{2}$$

Usled toga se indukuje druga vrtložna struja, koja ima isti smer kao smer kretanja kazaljke na satu.

Drugi način da se ova pojava opise jeste da se posmatraju kretanja slobodnih nosioca naelektrisanja unutar provodne ploče.

Unutar provodne ploče (Slika 1) se nosioci naelektrisanja kreću na desno, a magnetno polje ima usmerenje vertikalno naniže, usled čega se može po pravilu desne ruke doći do zaključka da će na pozitivna naelektrisanja delovati Lorencova sila usmerena unazad.

To uslovljava struju da teče ka zadnjem delu ploče, gde kruži oko delova ploče koji se nalaze van magnetnog polja koje generiše stalni magnet.

S obzirom da su u provodniku elektroni pokretni nosioci naelektrisanja, a oni imaju negativno naelektrisanje (q<0), može se zaključiti da je tok struje ustvari suprotnog smera u odnosu na konvencionalan smer struje.

Po Amperovom zakonu svaka od ovih konturnih struja stvara magnetno polje (plave strelice na Slici 1), koje se na osnovu Lencovog pravila suprotstavlja promeni magnetnog polja koje je indukovalo tu struju, pri čemu se javlja sila koja deluje na provodnu ploču.

Na prednjem delu magneta (deo bliži linijama vektora brzine kretanja provodne ploče *V* na Slici 1) se na osnovu vektorskog proizvoda može zaključiti da struja koja je usmerena suprotno od smera kretanja kazaljke na satu stvara magnetno polje koje je usmereno ka stalnom magnetu, čime se stvara odbojna sila između provodne ploče i stalnog magneta.

Na zadnjem delu magneta struja je usmerena isto kao smer kretanja kazaljke na satu, što stvara magnetno polje koje je usmereno vertikalno naniže (udaljava se od stalnog magneta, Slika 1), što stvara privlačnu silu između ploče i stalnog magneta.

Obe ove sile se protive kretanju provodne ploče, a samim tim i promeni magnetnog fluksa i indukovanju vrtložnih struja. Kinetička energija koja se troši kako bi se prebrodila sila koja teži da onemogući kretanje provodne ploče dovodi do oslobađanja energije u vidu toplote, što znači da će se provodna ploča zagrevati ispod stalnog magneta.

IV. DUBINA PRODIRANJA VRTLOŽNIH STRUJA

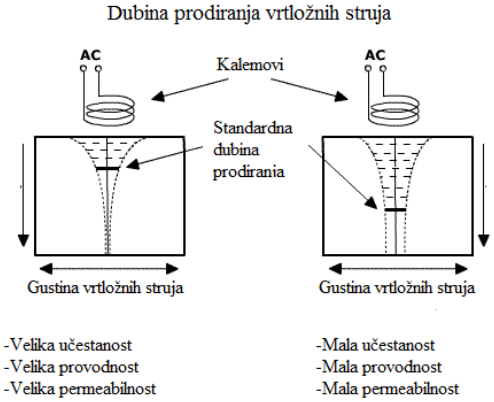
Dubina prodiranja vrtložnih struja u provodni materijal zavisi od nekoliko faktora, kao što su:

a) Učestanost signala koji se dovodi na primarni kalem
b) Magnetna permeabilnost materijala
c) Električna provodnost materijala

Pri čemu je dubina prodiranja obrnuto srazmerna navedenim veličinama, pa se može definisati sledećim zakonom:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \tag{3}$$

gde je δ dubina prodiranja vrtložnih struja data u metrima, f je frekvencija data u Hercima, μ je magnetna permeabilnost materijala data u Henrijima po metru i σ je električna provodnost materijala data u Simensima po metru.



Slika 2. Uprošćen opis zavisnosti dubine prodiranja vrtložnih struja od ostalih veličina.

Sa Slike 2 se može zaključiti da ukoliko posmatramo polja koja se jako brzo menjaju, da tada magnetno polje ne prodire u potpunosti u unutrašnjost materijala.

Iz toga se može zaključiti da u bilo kom slučaju ukoliko dođe do povećavanja učestanosti signala koji se dovodi na kalemove, bez promene ostalih parametara koji utiču na vrtložne struje dolazi do povećavanja intenziteta vrtložnih struja, čak i kod nehomogenih magnetnih polja.

Gustina vrtložnih struja je najveća na površini materijala koji se ispituje, tako da je na površini najveća rezolucija merenja.

Standardna dubina prodiranja je definisana kao dubina na kojoj gustina vrtložnih struja opadne na 37% svoje površinske vrednosti, što se može sračunati po izrazu (3).

V. PRIMENA VRTLOŽNIH STRUJA

Testiranje pomoću uređaja koji rade na principu vrtložnih struja se široko primenjuje u avio – industriji i

drugim proizvodnim i okruženjima za održavanje uređaja koja zahtevaju ispitivanje tankih materijala.

Pored mogućnosti da se detektuju pukotine na provodnim materijalima, vrtložne struje se mogu upotrebiti da se odredi debljina materijala ili njegova struktura (ispitivanje da li je materijal korodirao ili izgubio svoja prvobitna svostva), za ispitivanje provodnosti i praćenje efekata koji se javljaju na materijalu pri njegovom zagrevanju, ili za određivanje debljine zaštitnog sloja koji se nanosi na metal kako bi se sprečila korozija ili fizička oštećenja.

Kako bi bilo koji materijal mogao da se ispituje pomoću sonde na bazi vrtložnih struja taj materijal mora da bude provodan, inače se vrtložne struje neće indukovati na njegovoj površini, što znači da se ova metoda ne može koristiti na plastici i drugim izolatorima.

Sonde na bazi vrtložnih struja se mogu primenjivati za testiranja raznih vrsta, neka od najpoznatijih su:

a) Za ispitivanje varova
b) Za ispitivanje provodnosti materijala
c) Za ispitivanje homogenosti materijala
d) Za ispitivanje korozije na materijalu
e) Za ispitivanje kvaliteta spoja

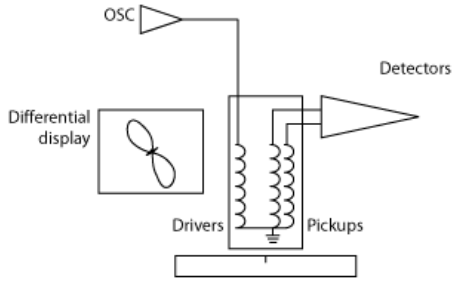
Najčešće vrste sondi na bazi vrtložnih struja su:

a) Apsolutne sonde
b) Sonde u vidu mosta
c) Sonde sa refleksijom
d) Refleksione diferencijalne sonde
e) Mostovske diferencijalne sonde

VI. REALIZACIJA SONDI NA BAZI VRTLOŽNIH STRUJA

Dve najčešće konfiguracije sonde na bazi vrtložnih struja su sonda sa refleksijom i diferencijalna sonda.

U ovom radu će pažnja biti posvećena diferencijalnoj sondi, zbog šireg dijapazona primene i veće fleksibilnosti (Slika 3)[3].



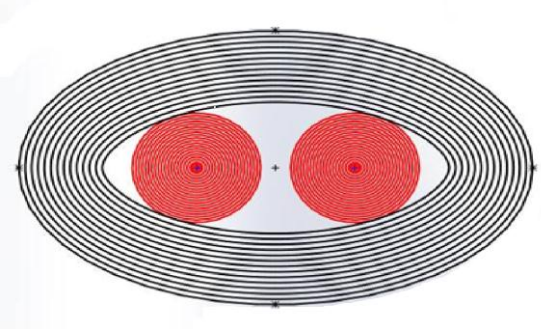
Slika 3. Blok dijagram diferencijalne sonde na bazi vrtložnih struja.

Ove sonde imaju jedan primarni kalem i dva sekundarna kalema. Njihov princip rada je sledeći: na primarni kalem se dovodi naizmenični signal, to jest naizmenična struja, koja stvara magnetno polje, koje je promenljivo u vremenu. Promenljivo magnetno polje znači promenljivi magnetni fluks, što dovodi do indukovanja vrtložnih struja na površini materijala.

Ta indukovana struja pak generiše svoje magnetno polje, koje se po Lencovom pravilu suprotstavlja magnetnom polju koje je generisano pod uticajem naizmenične struje u primarnom kalemu.

Te promene u magnetnom polju se prikupljaju sekundarnim kalemovima i dalje se obrađuju, kako bi moglo da se dođe do korisnog signala na što lakši i tačniji način.

U ovom primeru, poprečni presek kalemova izgleda kao na Slici 4.



Slika 4. Poprečni presek kalemova za diferencijalnu sondu.

U ovom slučaju je sonda realizovana uz pomoć kola za prikupljanje i obradu signala sa LVDT, pod nazivom AD 598. To je kolo za prikupljanje i obradu podataka sa linearnim diferencijalnim promenljivim transformatorom (LVDT), ovo kolo se upotrebljava u kombinaciji sa kalemovima, kako bi se konvertovao mehanički položaj jezgra kalema LVDT – a u unipolarni ili bipolarni jednosmerni napon sa visokim stepenom tačnosti i ponovljivosti.

Sve funkcionalnosti čipa su integrisane unutar čipa, uz potrebu za par eksternih komponenata uz pomoć kojih se podešava učestanost i pojačanje signala.

Osnovna funkcija ovog kola jeste da pretvara sirov pomeraj jezgra LVDT – a u jednosmerni signal proporcionalan pomeraju.

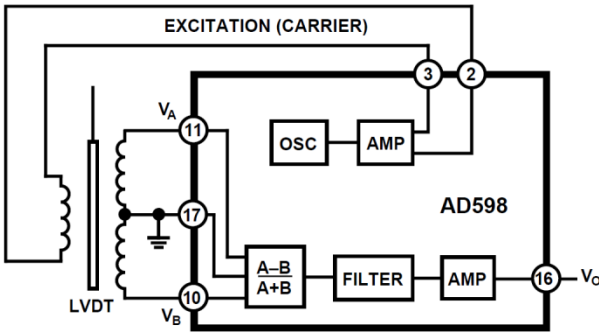
LVDT se sastoji od dva sinusna signala, koji upravljaju kolom direktno, to jest ovo kolo generiše izlazni signal na osnovu dva ulazna signala prema matematici opisanoj formulama (4) i (5) :

$$f = \frac{A-B}{A+B} \tag{4}$$

$$V_{out} = R_{scale} I_{ref} \frac{A-B}{A+B} \tag{5}$$

gde je *A* signal sa jednog od sekundarnih kalemova, a *B* je signal sa drugog sekundarnog kalema, R_{scale} je otpornik kojim se određuje pojačanje signala na izlazu kola i struja I_{ref} ima konstantnu vrednost od 500μA.

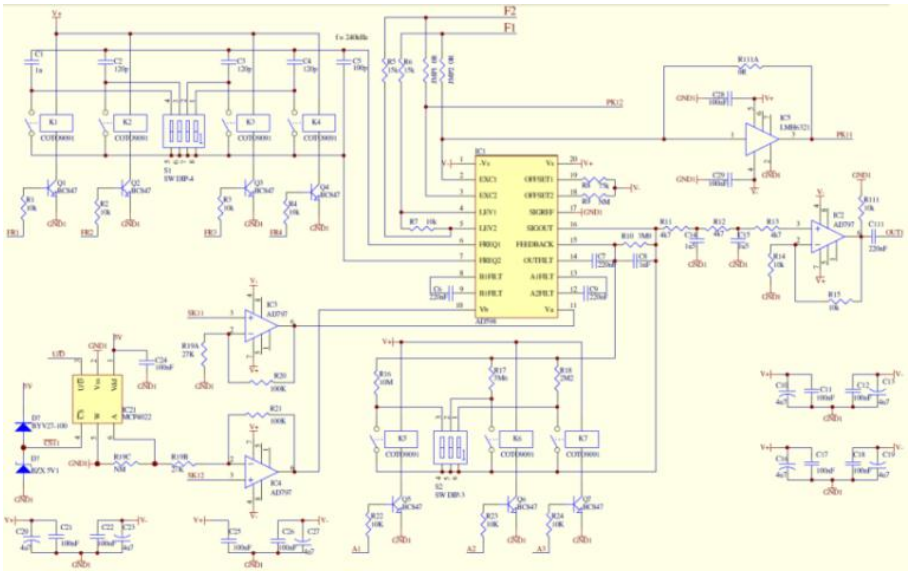
Blok šema ovog kola je data na Slici 5:



Slika 5. Blok šema kola AD 598.

Električna šema kola AD 598 sa pratećom elektronikom za pravilan rad kola je dat na Slici 6.

Na ovom primeru je obezbeđena određena fleksibilnost pri podešavanju režima rada kola uz pomoć digitalnog potenciometra, koji se podešava softverski. Takođe uz pomoć omogućenog odabira otpornosti za podešavanje offseta i mogućnosti odabira kondenzatora za podešavanje učestanosti signala koji se šalje na primarni kalem. Svaki od dva signala sa sekundarnih kalemova se propušta kroz operacione pojačavače, od kojih se pojačanje jednog pojačavača podešava tako da signali na oba kalema budu jednaki dok se kalemovi nalaze u vazduhu, to jest u odsustvu metalnog materijala u njohovoj blizini. Pojačanje se podešava uz pomoć ranije pomenutog digitalnog potenciometra.

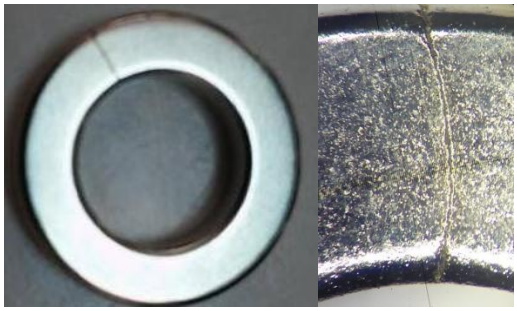


Slika 6. Električna šema kola AD 598 sa pratećom elektronikom.

VII. EKSPERIMENTI OBAVLJENI OVOM SONDOM

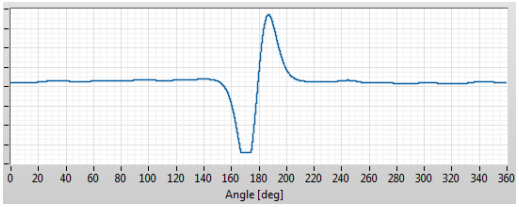
U ovom poglavlju će biti priložena tri primera primene sonde na bazi vrtložnih struja:

a) Detekcija pukotina na površini magneta



Slika 7. Magnet koji se ispituje i slika pod mikroskopom.

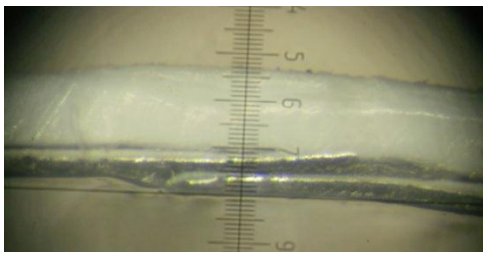
Prilikom skeniranja magneta sa Slike 7 tako što se magnet okrene za jedan ceo krug oko svoje ose dobija se signal prikazan na Slici 8:



Slika 8. Rezultat merenja uz pomoć sonde na bazi vrtložnih struja.

Dobijeni rezultat merenja jasno ukazuje na to da se na magnetu nalazi jedna pukotina i to nakon 180º od početka skeniranja, što se može videti i pod mikroskopom.

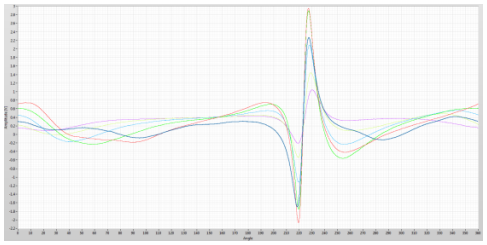
b) Primena sonde na bazi vrtložnih struja za detekciju preklapanja dva metala (Slika 9)



Slika 9. Tuba na kojoj se detektuje preklop dve aluminijumske folije pod mikroskopom.

Detekcija preklopa je izvršena na 7 različitih visina i na svakoj od visina je obavljena po jedna rotacija sonde za ceo krug oko vertikalne ose, kako bi se rezultati uporedili i kako bi sa sigurnošću mogli da tvrdimo da je preklop tačno detektovan. Dobijeni rezultat je prikazan na Slici 10.

Sa dobijenog rezultata se tačno može videti da se preklop aluminijumske folije nalazi na 225° od startne pozicije skeniranja, dok je tačnost rezultata potvrđena time što se svih 7 nalazi na istom mestu.

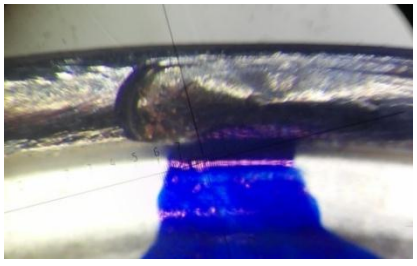


Slika 10. Rezultati merenja za svih 7 merenja.

c) Ispitivanje kvaliteta varova

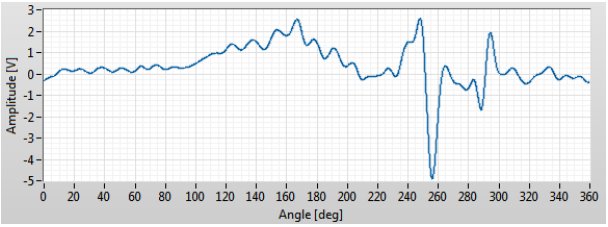


Slika 11. Baterija na kojoj se ispituje kvalitet varova.



Slika 12. Tačka u kojoj je var loš pod mikroskopom.

Prilikom skeniranja vara (Slika 11 i Slika 12) koji spaja telo baterije (valjak) i poklopca se dobija rezultat koji je prikazan na Slici 13, koji ukazuje na to da postoji samo jedna tačka na varu koja odstupa od ostatka vara u velikoj meri, što ustvari jeste samo oštećenje prikazano na slici pod mikroskopom.



Slika 13. Rezultat merenja dobijen uz pomoć sodne na bazi vrtložnih struja.

Ostale, manje varijacije u signalu ukazuju na to da debljina nanosa varnog materijala nije uniformna.

VIII. ZAKLJUČAK

Mogućnosti primene sonde koja se zasniva na vrtložnim strujama su velike u različitim oblastima tehnike. U ovom radu je opisana sonda koji se zasniva na kolu AD 598, to jest sa sondom koja se sastoji od jednog primarnog i dva sekundarna kalema. U radu su prikazana i tri primera primene ovih sondi uz merne signale dobijene merenjima. Na osnovu priloženih primera i testova se može uvideti veliki potencijal primene ovih sondi, kako u tehnici, tako i u ostalim oblastima nauke.

ZAHVALNICA

Realizaciju sonde i uslove za obavljanje testova priloženih u ovom radu omogućila je firma Sentronis iz Niša. Takođe je bitnu ulogu u realizaciji imao i doc dr. Saša S.Nikolić sa katedre za automatiku na Elektronskom fakultetu u Nišu.

LITERATURA

[1] Marko Živić, *Primena vrtložnih struja u tehnici,* Završni rad, Elektronski fakultet, Niš, 2016.
[2] Momčilo M. Pejović, Snežana M. Golubović, Goran S. Ristić, Aleksandar B. Jakšić *Opšti kurs fizike: zbirka rešenih zadataka,* Elektronski fakultet, Niš
[3] http://www.olympus-ims.com/en/ec-flaw

Projektovanje i realizacija sistema za merenje temperature baziranog na temperaturnom senzoru LM35 i mikrokontroleru PIC16F684

Đorđe Lazarević

Sažetak - Temperatura je jedna od osnovnih fizičkih veličina i jedna od veoma često merenih veličina u tehnici i fizici uopšte. Njeno merenje je od velikog interesa za proizvodne procese u industriji, poljoprivredi i ostalim delatnostima. Merenje se vrši na različite načine i korišćenjem različitih uređaja i instrumenata. Merenje temperature uz pomoć elektronskih termometara podrazumeva upotrebu senzora temperature u vidu termistora, termopara, iu današnje vreme integrisanih temperaturnih senzora, kao što je LM35. U ovom radu projektovan je sistem za merenje temperature baziran na temperaturnom senzoru LM35 i mikrokontroleru PIC16F684. Sistem za merenje temperature se u logičkom smislu sastoji od 4 funkcionalna logička bloka. Osnovni blok je blok napajanja koji je u ovom sistemu realizovan kao DC-DC konvertor što znači da zahteva eksterno napajanje iz ispravljača koji vrši konverziju naizmeničnog napona gradske mreže u jednosmerni napon. DC-DC konvertorom čiji je osnovni element linearni stabilizator napona LM7805 vrši se regulacija napona na 5 V, koliko je inače potrebno za napajanje ostalih blokova. Drugi blok predstavlja senzorski blok koji se sastoji od temperaturnog senzora LM35 i operacionog pojačavača koji može da radi kao *single-supply*. Treći blok je blok LCD displeja. LCD displej je alfanumerički monohromatski displej sa pozadinskim osvetljenjem koji ima mogućnost ispisivanja teksta u 2 reda po 16 karaktera. Četvrti i najvažniji blok je blok mikrokontrolera firme Microchip PIC16F684. Temperaturni senzor vrši konverziju temperature u napon, za koji je, da bi se predstavio u digitalnom obliku, neophodno izvršiti A/D konverziju. Analogno digitalni konvertor je integrisan u sam mikrokontroler PIC16F684. Kontroler je programiran da izmerenu temperaturu prikaže na LCD displeju.

Nakon projektovanja električne šeme izvršeno je i programiranje mikrokontrolera u okruženju Proton u programskom jeziku Basic, a zatim je izvršena softverska simulacija i simulacija na protoploči.

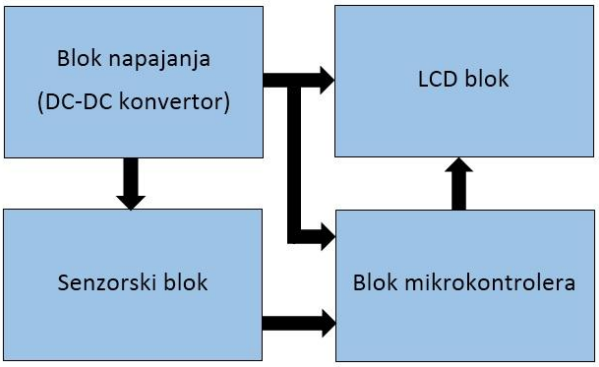
Nakon potvrđene kompletne ispravnsti isprojektovanog sistema prešlo se na projektovanje PCB-a i lemljenje komponenata na raster ploči čime je završena i praktična realizacija sistema i potvrđena njegova funkcionalnost [1].

Đorđe Lazarević je student sa katedre za Mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: djordjelazarevic33@yahoo.com

I. PROJEKTOVANJE I SIMULACIJA SITEMA

Ideja ovog rada je bila projektovanje uređaja za merenje temperature koji je baziran na mikrokontroleru PIC 16F684 i temperaturnom senzoru LM35. Projektovanje sistema je postupak koji se sastoji iz više iteracija što važi i za njegovu praktičnu realizaciju. Prvo se vrši definisanje uslova koje sistem treba da zadovolji, nakon toga sledi definisanje napajanja, ulaza i izlaza koje sistem treba da sadrži, a nakon toga sledi logičko projektovanje uređaja, da bi se na kraju projektovala električna šema, štampana ploča i sistem praktično realizovao. Sistem za merenje temperature se u logičkom smislu sastoji od 4 funkcionalna logička bloka.

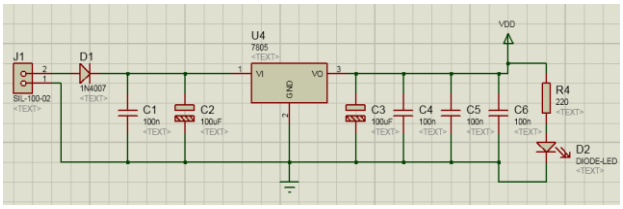
Osnovni blok, kao i kod svih elektronskih uređaja je blok napajanja koji je u ovom sistemu realizovan kao DC-DC konvertor sto znači da zahteva eksterno napajanje iz ispravljača koji vrši koverziju naizmeničnog napona gradske mreže u jednosmerni napon. Potom se DC-DC konvertorom, čiji je osnovni element linearni stabilizator napona LM7805 vrši regulacija napona na 5V, koliko je inače potrebno za napajanje ostalih blokova. Drugi blok predstavlja senzorski blok. Taj blok se sastoji od temperaturnog senzora LM35 i operacionog pojačavača koji može da radi kao *single-supply* što je izrazito pogodno u ovom sistemu. Treći blok je blok LCD displeja. LCD displej koji je korišćen u ovom uređaju je alfanumerički monohromatski displej sa pozadinskim osvetljenjem koji ima mogućnost ispisivanja teksta u 2 reda po 16 karaktera. I konačno, četvrti i najvažniji blok je blok mikrokontrolera koji je jednostavniji za implementaciju od drugih mikrokontrolera zahvaljujući internom oscilatoru koji poseduje korišćeni mikrokontroler firme Microchip PIC16F684. Blok dijagram sistema je prikazan na slici 1. Za projektovanje električne šeme i štampane ploče sistema je korišćen softverski paket Proteus odnosno ISIS i ARES tj delovi softverskog paketa. ISIS za projektovanje električne šeme i simulacija rada uređaja a ARES za projektovanje štampane ploče (PCB).



Slika 1. Blok šema sistema za merenje temperature.

A. *Blok napajanja (DC - DC konvertor)*

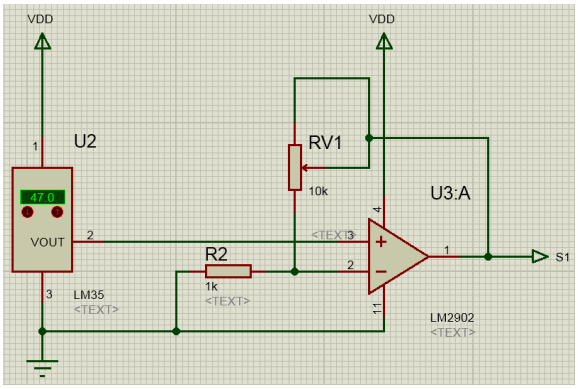
U sistemu za merenje temperature napajanje je realizovano korišćenjem stabilizatora napona LM7805 koji je smešten u kućište TO220 i predviđen za struju do 1 A tako da je napajanje malo predimenzionisamo radi veće pouzdanosti sistema i boljeg rada kola. Na ulazu je standardni dvopinski *Header* konektor preko koga se dovodi DC napon. Na ulazu kola su i jedan keramički kondenzator C1 od 100 nF i jedan elektrolitski kondenzator C2 od 100 µF/35 V koji služe za dodatnu filtraciju napona iz ispravljača i sprečavanje pojave oscilovanja stabilizatora. Dioda D1 služi za zaštitu kola od inverznog napona koji može oštetiti stabilizator. Na izlazu kola je priključeno više kondenzatora koji imaju filtarsku ulogu i tu su i *bypass* kondenzatori koji se stavljaju ispred integrisanog kola za dodatnu filtraciju i zaštitu od VF smetnji. LED dioda služi za indikaciju priključenog napona, a otpornik R4 ima vrednost 220 Ω koji ograničava struju kroz nju. Uređaj se inače napaja jednosmernim naponom vrednosti 12 - 15 V. Električna šema bloka napajanja (DC-DC konvertora) je prikazana na slici 2.



Slika 2. Električna šema DC-DC konvertora.

B. *Senzorski blok*

Senzorski blok se sastoji od temperaturnog senzora LM35 koji je priključen na neinvertujući pojačavač realizovan uz pomoć integrisanog kola LM2902 i dve eksterne komponente i to: otpornika R2 vrednosti 1 kΩ i linearnog višeobrtnog trimer potenciometra vrednosti 10 kΩ. Temperaturni senzor LM35 je precizni integrisani senzor temperature čiji je izlazni napon direktno proporcionalan temperaturi. Temperaturni senzor korišćen u ovom uređaju ima oznaku LM35DZ koja znači da je on predviđen za merenje temperature od 0 do 100°C. Druge verzije ovog temperaturnog senzora omogućavaju merenje temperature u opsegu od -55°C do +150°C. Senzor je smešten u plastično TO92 kućište što ga čini pogodnim za ugradnju. Osnovne prednosti ovog senzora su: relativno niska cena, linearna zavisnost izlaznog napona od temperature, širok temperaturni opseg, mala nelinearnost, širok opseg napona napajanja od 4 do 30 V [2]. Najvažnija prednost je širok opseg napajanja uz linearnu izlaznu karakteristiku koja znatno olakšava programiranje mikrokontrolera i podešavanje AD konvertora. S obzirom da senzor ima tri pina njegova primena je veoma jednostavna. Jedan pin je na Vdd napajanju, drugi na GND masi, a treći pin se povezuje na neinvertorski ulaz operacionog pojačavača. Operacioni pojačavač koji se koristi u ovom uređaju je integrisano kolo LM2902 koji u sebi sadrži 4 nezavisna operaciona pojačavača, dok je u ovom slučaju neophodan samo čija je uloga je da pojača napon koji se dobija na izlazu temperaturnog senzora. LM2902 je pogodan za upotrebu zato što može da radi i kao *single-supply* i kao *dual-supply* što je veoma pogodno kad u sistemu postoji asimetrično napajanje. Korišćen je višeobrtni trimer potenciometar kako bi se što preciznije podesio izlazni napon sa senzora, odnosno kalibrisao uređaj. Izlaz pojačavača se direktno priključuje na AD konvertor mikrokontrolera PIC16F684, tj. na pin RA0. Električna šema senzorskog bloka je prikazana na slici 3.

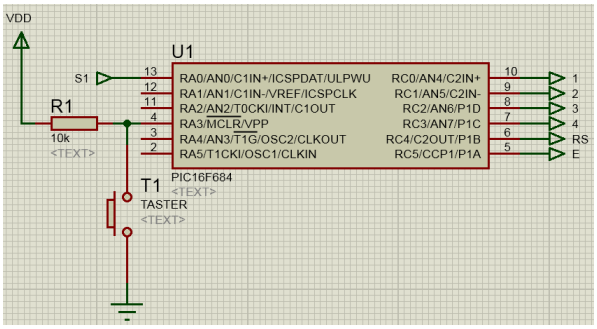


Slika 3. Električna šema senzorskog bloka.

C. *Blok mikrokontrolera*

Mikrokontroler korišćen u ovom sistemu je mikrokontroler proizvođača Microchip PIC16F684. Razlog upotebe ovog mikrokontrolera je njegova relativno niska cena i to što ima 10-bitni analogno-digitalni konvertor koji omogućava obradu signala koji stiže sa pojačavača u analognom obliku i njegovu direktnu konverziju u digitalni signal. Koristi se prvi ulaz ADC koji je na Portu A i na pinu 0 (RA0). Inače, kontroler sadrži dva porta i to PORTA i PORTC. Nulti pin porta A je iskorišćen za AD konvertor. Na pinu RA3 je vezan *pull-up* otpornik od 10 kΩ i taster koji služi za resetovanje mikrokontrolera (MCLR) koji je

vezan na masu. Ceo PORTC je iskorišćen je za komunikaciju sa LCD-om.

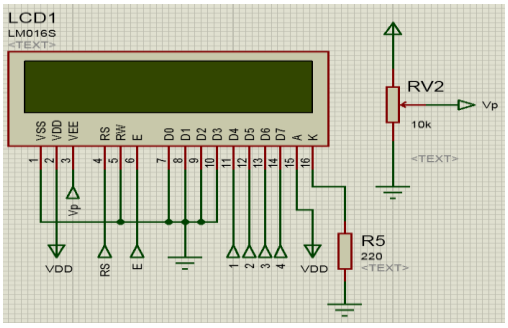


Slika 4. Električna šema bloka mikrokontrolera.

Pinovi RC0 do RC3 se koriste kao pinovi za podatke i oni su na šemi povezani na pinove LCD-a od D4 do D7. Pin RC4 je RS pin, dok je pin RC5 Enable pin [3]. Električna šema bloka mikrokontrolera je prikazana na slici 4.

D. LCD blok (Blok displeja)

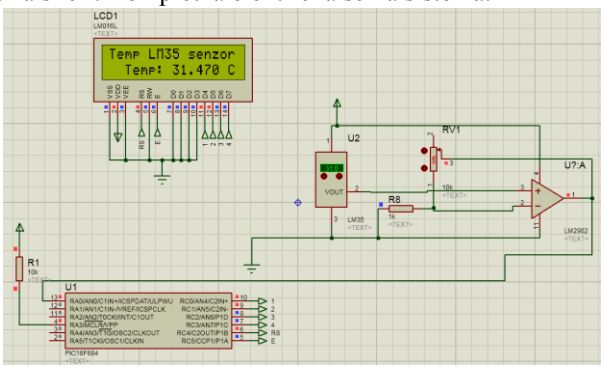
Kao što je već napomenuto, LCD displej koji je korišćen je monohromatski alfanumerički displej sa pozadinskim osvetljenjem i mogućnošću ispisivanja 16 karaktera u dva reda. Iako relativno skromih mogućnosti, karakteristike ovakvog displeja su sasvim dovoljne za prikazivanje rezultata merenja temperature u ovakvom sistemu. Komunikacija sa displejom je u ovom slučaju ostvarena uz pomoć 6 pinova. Pinovi D4 do D7 su povezani sa pinovima RC0 do RC3 mikrokontrolera i služe za slanje podataka. Dok su pinovi ENABLE i RST povezani na pin RC5 i RC4, respektivno. Preostali pinovi od D0 do D3 zajedno sa pinom VSS i RW su povezani na masu uređaja. Pin Vdd je pin za napajanje. Pin A, koji je inače anoda LED diode za pozadinsko osvetljenje je povezana direktno na napajanje, dok je pin K odnosno katoda LED diode preko otpornika za ograničenje struje R5 vrednosti 220 Ω povezana za masu. Podešavanje kontrasta ekrana se vrši uz pomoć višeobrtnog trimer potenciometra vrednosti 10 kΩ, pri čemu je njegov srednji pin (klizač) povezan na VEE, odnosno V0 displeja, a ostala dva na napajanje i masu. Električna šema LCD bloka je prikazana na slici 5.



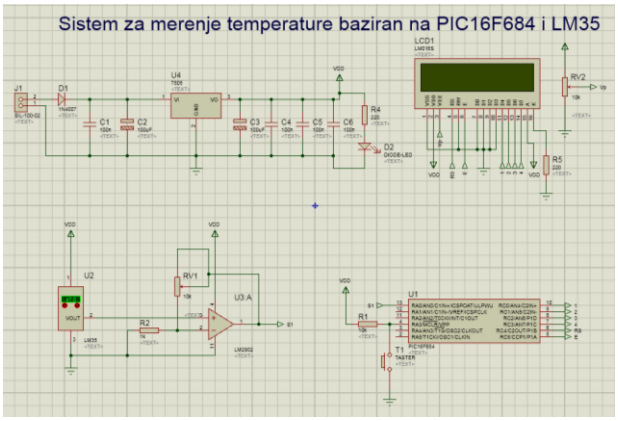
Slika 5. Električna šema LCD bloka.

E. Simulacija rada kola

Nakon izvršenog kompletnog projektovanja hardvera odnosno električne šeme sistema, pokrenuta je simulacija u ISIS-u kako bi se radi softverske provere funkcionalnosti elektronskog kola. Kompletna električna šema znatno uprošćena kako bi simulacija bila što realnije i bolje realizovala. Razlog uprošćavanja električne šeme kad je simulacija u pitanju je maksimalno iskorišćenje resursa računara na kome se pokreće simulacija i ušteda na zauzetosti procesora prilikom simulacije. Pre izvršene simulacije i paralelno sa projektovanjem električne šeme vršilo se i programiranje mikrokontrolera, pri čemu se u njega ubacuje HEX fajl kako bi elektronsko kolo počelo da radi. Na slici 6. je prikazana uprošćena električna šema sistema koja je korišćena za softversku simulaciju uređaja, a na slici 7 kompletna električna šema sistema.



Slika 6. Uprošćena električna šema korišćena za simulaciju rada kola.



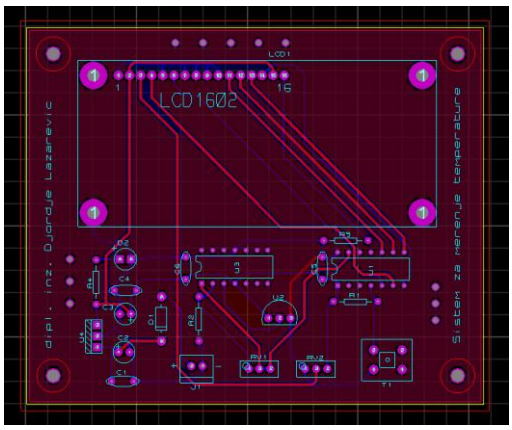
Slika 7. Kompletna električna šema sistema za merenje temperature

PIC mikrokontrolere je moguće programirati na asemblerskom jeziku ili na jezicima višeg nivoa. Programiranje na asemblerskom jeziku ima svoje prednosti, ali i nedostatke. Prednosti su: veća brzina izvršavanja programa i kod napisan na asemblerskom jeziku. On zauzima manje prostora u memoriji što dalje omogućava pisanje složenijih programa, a samim tim i projektovanje složenijih sistema sa mikrokontrolerima koji

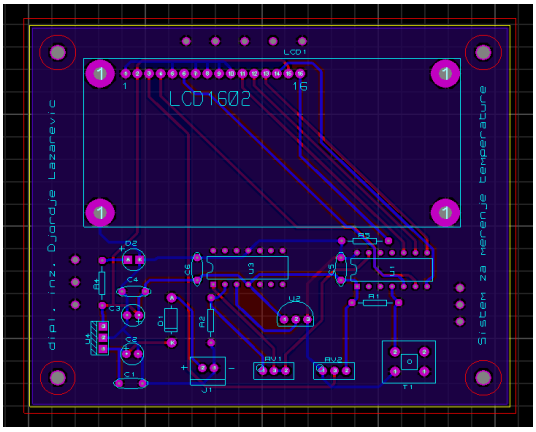
imaju manje memorijskog prostora, smanjujući cenu samog uređaja i mikrokontrolera. Nedostatak je taj što je programiranje na asemblerskom jeziku dosta komplikovanije i teže za razliku od programiranja na jeziku višeg nivoa. I pored zauzimanja manjeg prostora u memoriji, često a naročito kod složenijih uređaja, broj linija koda može da bude veoma veliki, što povećava i vreme samog pisanja programa i na kraju realizacije zadatog sistema. Sa druge strane, jezici višeg nivoa, kao što su: C, Basic ili Pascal omogućavaju neuporedivo lakše programiranje, veću preglednost petlji i napisanog koda i postoji dosta razvojnih okruženja u kojima je moguće pisati programe za mikrokontrolere. Glavni nedostatak pisanja programa na jeziku viseg nivoa je taj što to program napisan na jeziku višeg nivoa zauzima više prostora u memoriji. U ovom slučaju s obzirom na složenost sistema kod za mikrokontroler PIC16F684 je pisan u programskom okruženju PROTON korišćenjem BASIC-a prilagođenog mikrokontrolerima PIC firme Microchip, mada se njegovo programiranje može vršiti i na nekom drugom programskom jeziku bez da to predstavlja neki značajniji problem.

F. Projektovanje štampane ploče

Projektovanje štampane ploče (PCB-a) za ovaj uređaj je odrađeno takođe u Proteus-u tačnije u programskom paketu ARES koji predstavlja deo Proteus-a zajedno sa ISIS-om. Štampana ploča projektovana za ovaj sistem je dvoslojna štampana ploča na kojoj se vodovi kojima su spojeni kontakti komponenata nalaze sa obe strane ploče. Prilikom projektovanja najpre su postavljene rupe pomoću kojih je moguće postaviti držače ili učvrstiti ploču unutar neke kutije i oko rupa *keep-out* sloj odnosno deo gde ne prolaze štampani vodovi. Displej je postavljen na vrhu ploče, dok su sve ostale komponente na drugoj polovini. Taster, potenciometri i konekor se nalaze sa donje strane ploče i lako su dostupni. Što se širine vodova tiče, kod bloka za napajanje veće širine, svi vodovi na ploči imaju debljinu od 0.8 mm. Pri projektovanju je vođeno računa da svi vodovi budu savijeni pod uglom od 45 stepeni, što je inače osnovno pravilo pri projektovanju PCB-a. Na obe površine ploče je razlivena masa, a samim tim uređaj ”oklopljen” odnosno zaštićen od elektromagnetnog zračenja. Donji i gornji sloj razlivene mase je spojen metaliziranim rupama odnosno vijama. Na slici 8 je prikazan gornji (*top copper*), a na slici 9. donji sloj (*bottom copper*) štampane ploče sa razlivenom masom.

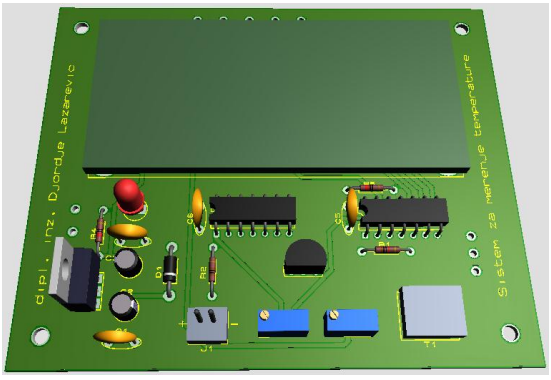


Slika 8. Gornji sloj štampane ploče sa razlivenom masom.



Slika 9. Donji sloj štampane ploče sa razlivenom masom.

U okviru ARES-a postoji *3D Visualizer* pomoću koga se može videti izgled kompletne štampane ploče sa modelima različitih komponenta, odnosno kako bi uređaj izgledao nakon motaže komponenti (Slika 10).

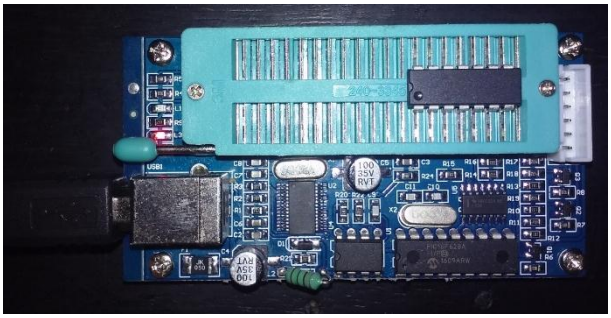


Slika 10. 3D izgled štampane ploče sa komponentama.

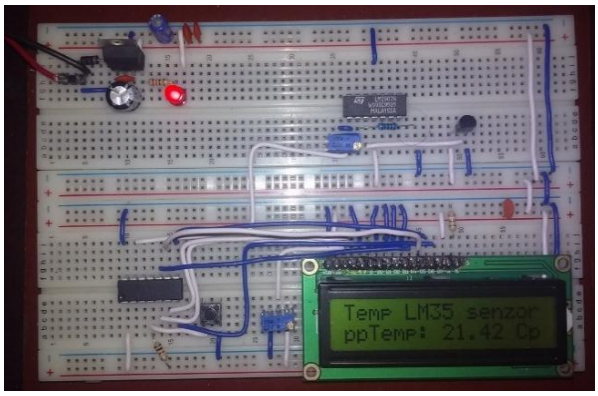
II. PRAKTIČNA REALIZACIJA SISTEMA

G. *Praktična realizacija kola na protoploči*

Nakon provere ispravnosti rada kola u softveru, i praktično je realizovano na dve spojene protoploče na kojima je izvršeno pregledno raspoređivanje elemenata i provodnika kojima su pinovi komponenti međusobno povezani. Pre samog puštanja u rad HEX kod je učitan u mikrokontroler uz pomoć USB programatora K150 [4], što je i prikazano na slici 11. Na slici 12. je prikazana protoploča sa povezanim napajanjem.



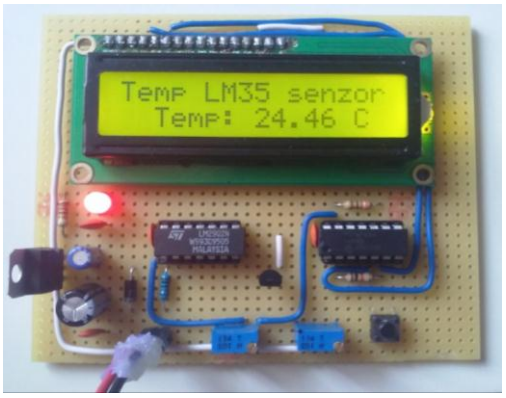
Slika 11. USB Programator K150 i uprogramiravanje kontrolera.



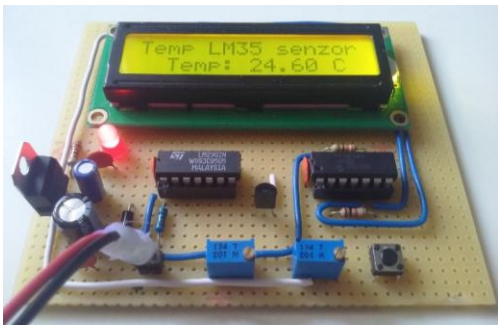
Slika 12. Komponente povezane na protoploči sa priključenim napajanjem.

H. *Praktična realizacija na raster-ploči*

Na kraju nakon svih provera, električne šeme, štampane ploče i protoploče i nakon što je utvrđeno da je kolo dobro isprojektovano i da ispravno radi, komponente su zalemljene na univerzalnu ploču (raster) sa već izbušenim rupama koja se koristi za praktičnu realizaciju elektronskih uređaja manje složenosti. Ovakva ploča poseduje oko svake rupe određenu količinu bakra kojom se komponenta lemi, učvršćuje za ploču i formira dobar mehanički i električni spoj. Svi vodovi na ploči su pravljeni od običnog bakarnog provodnika koji je kalajisan, a zatim su njime spajani kontakti komponenata. Na slikama 13 i 14 je prikazana raster ploča sa nalemljenim komonentama i dovedenim napajanjem.



Slika 13. Nalemljene komponente na raster ploči - pogled odozgo.



Slika 14. Nalemljene komponente na raster ploči - pogled sa strane.

III. ZAKLJUČAK

Sistemi za merenje temperature nalaze veliku primenu u svim granama industrije i u svakodnevnom životu. Ovako realizovan sistem je moguće koristi kao termometar sobne ili spoljašnje temperature. S obzirom da je ovo bazična konfiguracija digitalnog termometra moguća su i unapređenja ovakvog sistema. Moguće je dodati eksternu memoriju, odnosno SD karticu za upisivanje vrednosti temperature, i omogućiti komunikaciju sa računarom korišćenjem USB ili RS232 interfejsa.

ZAHVALNOST

Autor rada izrazava zahvalnost osoblju sa katedre za Mikroelektroniku, a posebno doc. dr Vesni Paunović, dipl.inž. Milošu Marjanoviću i mast. inž. Milošu Đorđeviću na korisnim sugestijama prilikom izrade ovog rada.

LITERATURA

[1] Temperatura (pojam, definicija). Dostupno na: https://sr.wikipedia.org/sr/Температура.
[2] Temperaturni senzor LM35. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf
[3] Mikrokontroler PIC16F684, tehnička specifikacija – datasheet. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41202C.pdf
[4] USB programator K150 - specifikacije. Dostupno na: http://www.sigmaelectronica.net/manuals/K150.pdf

Internet of Things WiFi upravljanje dvostrukim relejom pomoću MQTT protokola u OpenHAB-u

Jovan Krstić, Danijela Stajić

Abstract - U radu je prikazan način realizacije sistema automatskog upravljanja pomoću MQTT protokola i prilagođenog hardvera na bazi WiFi kontrolera ESP8266. Osnovu sistema čini dvostruki rele sa pripadajućim senzorima i prekidačima i predviđen je za korišćenje prilikom automatizacije stambenih objekata. Sve hardverske komponente objedinjene su pomoću openHAB-a na Rospberry Pi kontroleru. Automatizacija je sprovedena po principu Internet of Things (Internet inteligentnih uređaja) upravljanja, dakle bez neposrednog učešća ljudi.

I. UVOD

Stalno unapređivanje informaciono komunikacionih tehnologija kao i masovna primena istih u svim oblastima života i rada, proizvela je tokom prethodnih godina pojam koji je u potpunosti preuzeo primat u tehnološkim i industrijskim sistemima: Internet of Things (IoT), ili u najopštijem značenju - Internet inteligentnih uređaja.

Internet inteligentni uređaji razmenjuju informacije, upravljaju jedni drugima, reaguju i utiču na okruženje u kome se nalaze bez neposrednog uticaja ljudske populacije.

U stručnoj literarturi mogu se naći brojni primeri definicija i smernica koje deklarišu neki uređaj u IoT [1], ali se mogu izvući nekoliko učestalih i fundamentalnih:

1. IoT uređaj poseduje sposobnost da "oseća" (sense) i digitalizuje različite parametre okruženja kao što su temperatura, vlažnost, osvetljenje, brzina, pritisak i slično.
2. IoT uređaj treba da obezbedi prikupljanje i obradu očitanih podataka i na osnovu njih donese odluku o akciji koja treba da se sprovede.
3. IoT uređaj može da utiče na neposredno okruženje preko svojih aktuatora (relea, motora, lampi) i vrši aktivnosti kao što su otključavanje vrata ili pokretanje uređaja.
4. Svaki IoT uređaj mora imati svoju IP adresu, tako da preko internet protokola razmenjuje očitane podatke sa drugim IoT uređajima, web servisima kao i sa samim korisnikom,
5. Svi gore navedeni principi moraju biti sprovedeni bez direktne interakcije i intervencije čoveka.

U odnosu na sve napred navedene principe, smatra se da će četvrti po redu (internet komunikacija) biti najveći izazov za masovnu primenu IoT-a.

Prve generacije IoT uređaja su pretrpele brojne izmene zbog problema koji su se javili u početku (nepostojanje međusobne interoperabilnosti i kompatibilnosti uređaja različitih proizvođača).

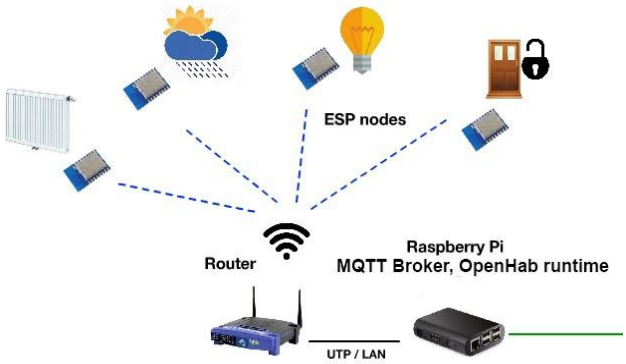
OpenHAB softver otvorenog koda je rešio mnoge probleme i otklonio mnoge razlike, obezbedivši time da se Internet sadržajima može pristupati praktično sa bilo kog uređaja na bilo kojoj platformi [13].

Jovan Krstić, student prve godine Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail:jovan-97@hotmail.com

Danijela Stajić, nastavnik stručnih predmeta, Elektrotehnička škola "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Srbija, E-mail: danijelastajic@yahoo.com

II. ARHITEKTURA SISTEMA AUTOMATIZACIJE

U ovom radu je realizovan WiFi dvostruki rele na bazi mikrokontrolera ESP8266, koji poseduje dva digitalna ulaza namenjena za prekidače, jedan ulaz za digitalni senzor temperature DS18S20 i dva relejna izlaza.



Slika 1. Blok šema sistema automatizacije.

Hardversku osnovu čine sledeće komponente:

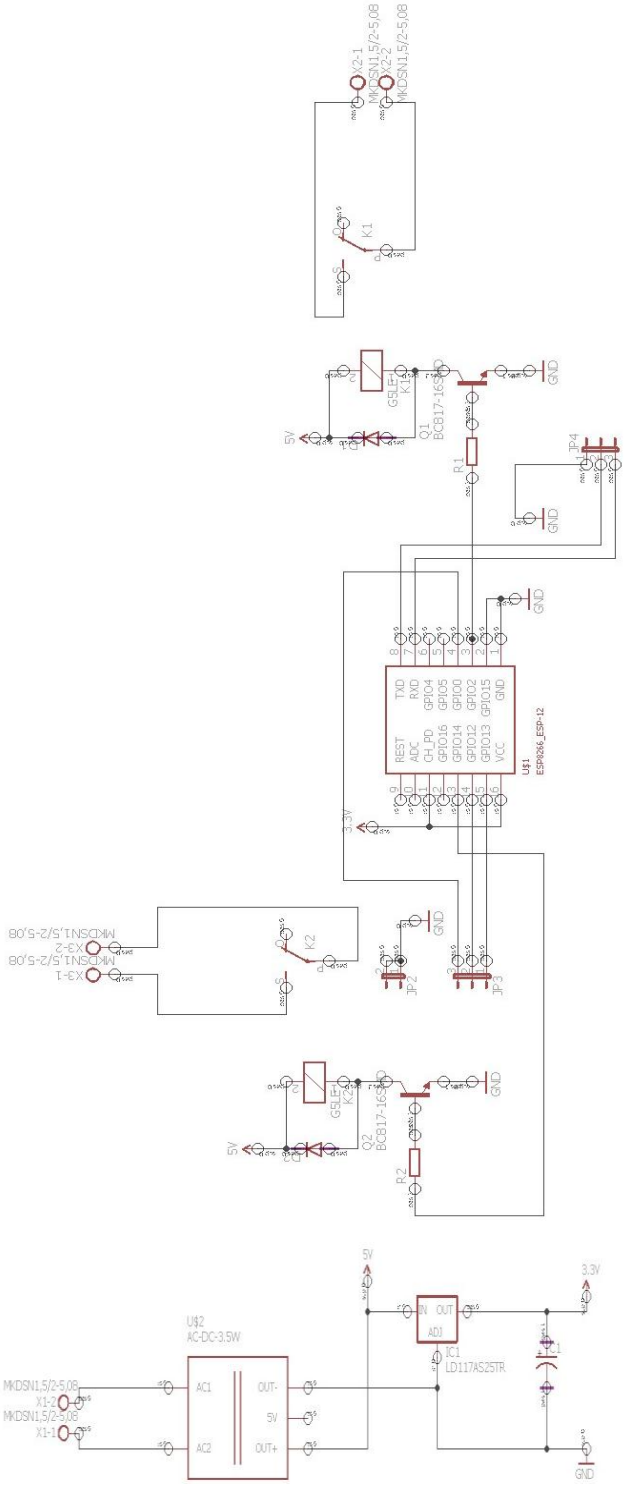
- Raspberry PI Zero mikroračunar na kome je postavljen server [14] (OpenHAB i MQTT-Message Queuing Telemetry Transport broker [6]),
- ESP8266 WiFi kontroler sa Arduino C firmverom,
- Relei kao izvršni organi,
- WiFi senzori.

Kako je Rospberry PI mikroračunar veličine kreditne kartice [2], ESP8266 Wifi čip takođe veoma malih dimenzija [5], kao i svi pripadajaću senzori i reljei, postavljanjem i povezivanjem svih komponenti dobija se sistem veličine daljinskog upravljača.

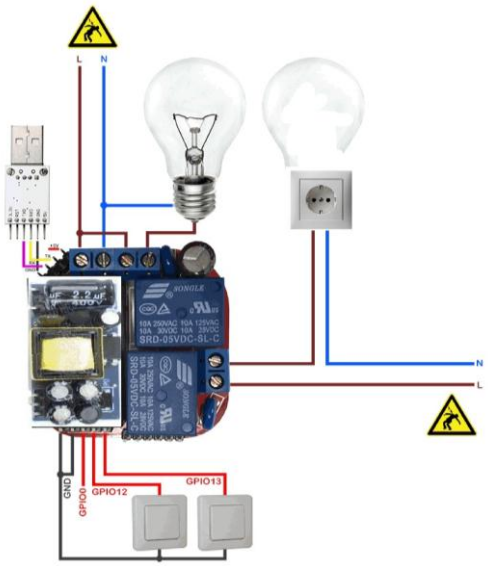
Printed Circuit Board (PCB) osnova za štampanu ploču je projektovana u EAGLE programu, a transfer je realizovan toner metodom. Ovaj sklop čini osnovu sistema

kućne automatike i predviđen je za ugradnju u standardnu montažnu doznu.

Električna šema WiFi releja prikazana je na Slici 2. kao i fizički izgled sistema automatizacije na Slici 3.



Slika 2. Električna šema sistema automatizacije.



Slika 3. Fizički izgled sistema automatizacije.

III. SOFTVER SISTEMA AUTOMATIZACIJE

Alternativni firmver za ESP8266 realizovan je u programskom jeziku Arduino C gde je korišćena biblioteka EMQTT. MQTT je protokol poruka čija se razmena odvija na bazi TCP/IP [8]. Namenjen je za prenos ograničene količine podataka na udaljenim lokacijama i za mreže čije je propusni opseg ograničen. Za prijem poruka koje sadže stanja preuzetih parametara sa senzora potreban je Message Broker, koji je u isto vreme odgovoran i za distribuciju poruka klijentima. Mosquito softver je u ovom slučaju MQTT broker. Ovo je osnovno jezgro za OpenHAB koje omogućava komunikaciju sa odgovarajućim hardverom.

OpenHAB je platforma otvorenog koda i predstavlja osnovu sistema automatike koja objedinjuje kontrolu nad uređajima različitih proizvođača i različitih načina komunikacije.

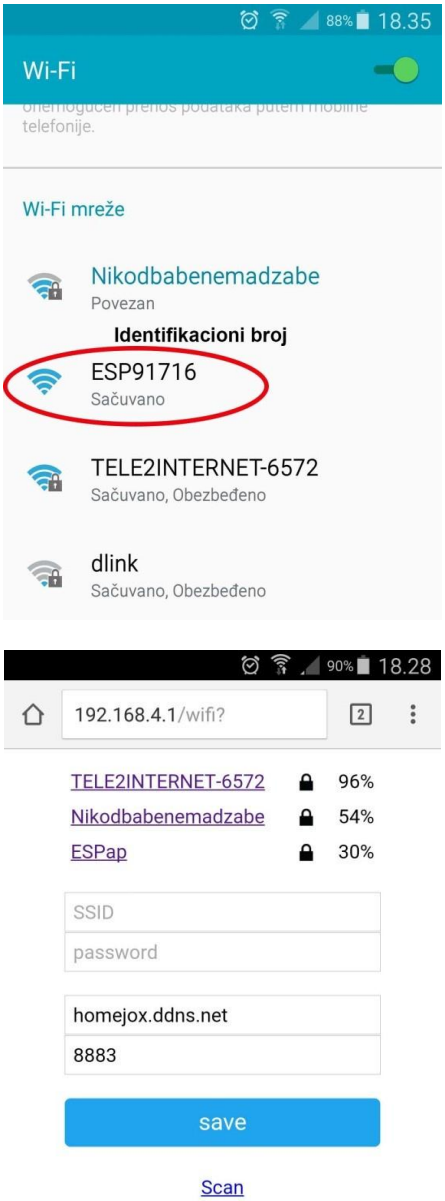
Nakon instalacije Debian operativnog sistema na Raspberry PI mikroračunaru, OpenHAB i Mosquito softvera, vrši se postavljanje i podešavanje OpenHAB konfiguracije u dizajneru, prema zamišljenom-željenom principu automatizacije. Moguće je postavljanje scenarija za kontrolu stambenog prostora preko web interfejsa gde se svi događaji kontrolišu i upravljaju na "klik" pomoću inteligentnih telefona, tableta ili desktop računara.

OpenHAB poseduje funkciju skladištenja parametara unutar cloude servisa. Za potrebe korišćenja podataka iz IoT cloude servisa potrebna je instalacija RRD4J modula u sistemu OpenHAB-a [12].

IV. POVEZIVANJE SISTEMA NA LAN MREŽU

Svaki IoT uređaj poseduje svoj identifikacioni broj. Konfiguracija se vrši konekcijom na uređaj i pristupanjem na osnovu podrazumevane IP adrese (u konkretnom slučaju

to je IP adresa 192.168.4.1), zatim se vrše podešavanja za SSID i password kao i adresa servera i odabrani port. Postupak dodavanja uređaja unutar mreže IoT vrši se na sledeći način (Slika 4).



Slika 4. Povezivanje uređaja na mrežu IoT uređaja.

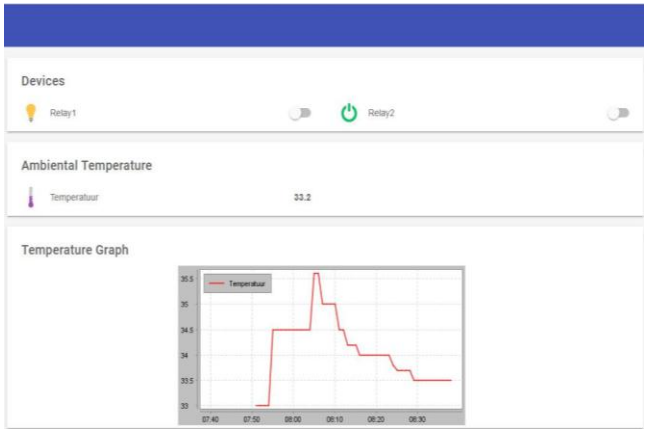
V. OPIS FUNKCIONALNOSTI SISTEMA

Zamisao autora prilikom konstrukcije, dizajniranja i realizacije sistema automatizacije je njegova primena, pre svega, unutar stambenih objekata. Senzori ugrađeni u sistem koriste se za merenje temperature, osvetljenja, stanja prekidača i utičnica. Princip IoT omogućava upravljanje putem aplikacije na svim vrstama operativnih sistema projektovanih za mobilnie uređaje (mobilne telefone, tablet računare), pa se prema tome stanje u objektu može podesiti u zavisnosti od prisustva i aktivnosti ukućana u datom trenutku.

Funkcionalni algoritam sistema može se okvirno predstaviti na sledeći način:

1. ESP8266 modul sa MQTT objavljuje očitane vrednosti temperature i trenutna stanja prekidača na MQTT broker-u. WiFi modul ESP8266 je nezavisan sistem na čipu sa integrisanim TPC/IP protokolom koji omogućava pristup WiFi mreži. U samom procesu proizvodnje izvršeno je pre-programiranje svakog modula sa AT skupom firmver komandi što omogućava povezivanje serijskom vezom sa bilo kojim mikrokontrolerom (Rasperry PI u ovom slučaju). Ovaj modul ima odlične mogućnosti obrade i skladištenja podataka koje mu dozvoljavaju da se integriše sa senzorima i drugim uređajima preko njegovih GPIO pinova. Visok stepen integracije na čipu sa minimalnim dodatnim kolima omogućava da modul zauzme mali PCB prostor [5].
2. OpenHAB unosi očitane vrednosti u određeni *itms* fajl.
3. Vrši se prikaz preuzetih trenutnih vrednosti u tekstualnom obliku iz *itms* fajla,
4. Postavlja se funkcija RRD4J modula, tj vrši se instalacija i konfiguracija u okviru OpenHAB-a.
5. Pristupa se generisanom grafikonu ulaskom u *Graph sitemap*.

Kao rezultat izvršenja opisanog algoritma prema navedenom redosledu dobijamo izgled web stranice prikazan na Slici 5.

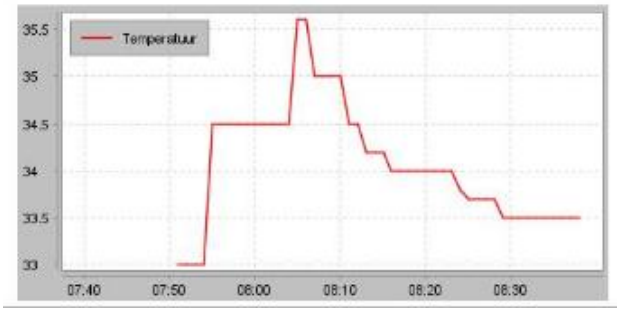


Slika 5. Izgled web interfejsa aplikacije.

U konkretnom primeru "klikom na link *Relay 1*" vrši se uključenje svetla a "klikom na link *Relay 2*" uključuje se utičnica. Isti postupak se može izvršiti i tasterima *T1* i *T2* nakon čega se informacija prosleđuje web stranici.

Takođe, omogućeno je i praćenje temperature u određenim vremenskim intervalima kao i grafički prikaz promene vrednosti izmerene temperature tokom vremena (Slika 6.). Učestalost praćenja temperature moguće je

softverski podesiti na željene vremenske periode, dok se za prekidače i utičnice podrazumeva trenutno stanje (uključeno-isključeno). U konkretnom slučaju uzorkovanje temperature je u dužim vremenskim intervalima jer za stambene objekte nije od velike važnosti, dakle periodi se mogu skratiti. Ukoliko bi koristili sistem za industrijske, hemijske i druge temperaturno osetljive sredine, neophodno je da se češće vrši merenje temperature.



Slika 6. Izgled web interfejsa sa grafičkim prikazom variranja temperature.

Može se zaključiti da je konfiguracija sistema oformljena i opisana u radu tipa "daljinski upravljač" za kućnu automatiku koji može upravljati prekidačima, utikačima i senzorima, pa je za pomenute elemente ostvarena mogućnost postavljanja neograničenog broja mogućih kombinacija prema trenutnim potrebama i zahtevima korisnika.

VI. ZAKLJUČAK

Internet inteligentnih uređaja je koncept koji se zasniva na umrežavanju objekata iz okoline u globalnu mrežu utemeljenu na IP protokolu. Ujedno Internet inteligentnih uređaja predstavlja skup softverskih i komunikacionih tehnologija koje omogućavaju povezivanje stvari iz sveta oko nas na Internet i time postavlja osnovu za digitalnu transformaciju radnog i životnog okruženja. Statistika pokazuje da se snaga koncepta Internet inteligentnih uređaja potvrđuje naglim rastom povezanih uređaja na Internet-u. Ovakvih uređaja je 2003. godine bilo samo 500 miliona, 2010. oko 12.5 milijardi, a predviđa se da će ih do 2020. godine biti 50 milijardi [1]. Prema trenutnim statistikama broj IoT uređaja 2016. godine je 22.9 milijardi.

Bez usaglašavanja protokola za komunikaciju nemoguća je masovnost koju podrazumeva mreža inteligentih uređaja. Korišćenje OpenHAB-a je jedno od mogućih rešenja za Internet inteligentne uređaje različitih proizvođača i načina komunikacije. U ovom radu je prikazan jedan IoT sistem koji poseduje mogućnost kombinovanja više ovakvih i sličnih uređaja sa ostalim inteligentnim uređajima iz domena praćenja i upravljanja parametrima pametnih objekata.

Prilikom projektovanja i konstrukcije uređaja korišćen je Raspberry PI mikroračunar prvenstveno zbog niske cene, malih dimenzija i zadovoljavajućih karakteristika za rad u laboratorijskim uslovima. Proširenje sistema je moguće u smislu praćenja i nadgledanja većeg broja fizičkih veličina što bi zahtevalo izmenu izgleda web interfejsa. Hardverski je potrebno pridružiti veći broj senzora i omogućiti očitavanje i skladištenje većeg broja parametara.

Podaci sa tržišta pokazuju da se proizvođači opreme za stambene prostore (svetiljke, prekidači, senzori…) opredeljuju za različite standarde, što u većini slučajeva prilikom projektovanja sistema za upravljanje kućnom automatikom predstava problem. Ovaj sistem čini osnovu kućne automatike i projktovan je tako da se može primeniti za uređaje različitih proizvođača. Takođe se ne zahteva rekonstrukcija standardne elektro instalacione mreže u objektu već se uređaj može direktno povezati na postojeću standardnu električnu mrežu.

REFERENCE

[1] K. Pripužić, I. Podnar - Žarko, L. Skorin - Kapov, V. Bilas, "Razvojna platforma otvorenog koda za IoT", Case 23, Zagreb, 02-03.06.2014.

[2] D. Stajić, J. Krstić, A. Gošić, "Android Voice Control in Energy Efficient Objects with the Use of Raspberry Pi Platform", 1st Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy-Energetics conference, July 2015..

[3] N. Živković, M. Milojević, N. Nikolić, B. Majkić, S. Stošović, "System control of working hours and access to the lab realized on Rospberry Pi platform", IEEESTEC – 7th Students Project Conference, Faculty of Electronic Engineering Niš, November 2014

[4] A. Kojić, M. Spasojević, M. Kojić, S. Prodribaba, "Konceptualno rešenje sistema za pametne kuće HiH", http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi

[5] J. Krstić, D. Stajić, "WEB kontrola osvetljenja u pametnoj kući", 7th Students projects conference, Faculty of Electronic Engineering in Niš, November 2014.

[6] J. Krstić, D. Stajić, "WiFi web multisenzorski sistem u energetski efikasnim objektima", 8th Students projects conference, Faculty of Electronic Engineering in Niš, November 2015.

[7] O. Vermeson, P. Friess, "Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems", River Publishers Series In Comunications, Denmark, 2013.

[8] "MQTT Version 3.1.1", OASIS Standard, Standards Track Work Product, 29 October 2014.

[9] M. Schwartz, "Home Automation With The Esp8266 Datasheet", E-book, 2015.

[10] D. Evans, "The Internet of Things How the Next Revolution of the Internet Is Changing Everything", Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011.

[11] M. Schwartz, "Internet Of Things With Arduino", E-book, 2015.

[12] https://github.com/openhab/openhab/wiki/rrd4j-Persistence

[13] http://www.openhab.org/

[14] https://www.raspberrypi.org/products/pi-zero/

Uređaj, pomagalo, za slepe i slabovide osobe

Marta Avramović

Sadržaj – Ovaj rad ima za cilj da uz pomoć računara opšte namene konstruiše uređaj, pomagalo, neophodno u lakšem i aktivnijem kretanju i snalaženju slepih i slabovidih osoba. Osnovu sistema čine: mikrokontroler Arduino NANO, ultrazvučni senzor HC-SR04 i piezo buzer yl-44.

I. UVOD

Uređaj, pomagalo, za slepe i slabovide osobe ima zadatak da upozori slepe i slabovide osobe na moguće prepreke u njihovom međusobnom okruženju i blizini: na zidove, ljude, ivice i ivičnjake, prozore i vrata, jednom rečju, na sva mesta mogućih nezgoda. Pomagalo je konstrujisano i zamišljeno kao model univerzalnog algoritma i principa koji se lako adaptira i realizuje u različitim oblicima. Ovaj uređaj pruža sigurnost i samostalnost u kretnju osoba sa ovom vrstom invaliditeta, kao i pomoć o stvaranju slike prostornih prepreka u nepoznatom zatvorenom i otvorenom prostoru.

U zavisnosti od toga da li se prepreka nalazi levo ili desno, ili možda pravo ispred slepe osobe ultrazvučni senzor, HC-SR04, šalje podatak mikrokontroleru Arduino NANO o udaljenosti prepreke. Mikrokontroler procesuira podatak, obrađuje ga, i u zavisnosti od njegove vrednosti, zadaje piezo buzeru, yl-44, različite melodije upozorenja. Konačan izgled realizovanog uređaja prikazan je na Slika 1.



Slika 1. Uređaj, pomagalo za slepe i slabovide realizovan na principu pojasa.

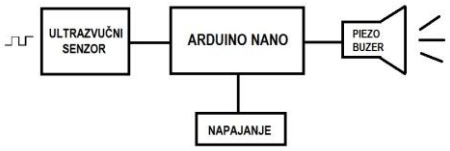
II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Sistem se sastoji iz tri osnovna dela i univerzalnog programa pisanog za mikrokontroler Arduino NANO. Ovaj mikrokontroler izabran je isključivo zbog svojih malih dimenzija, pristupačne cene i performansi.

Princip rada je naime jednostavan. Čim se uređaj uključi, ultrazvučni senzor počinje da meri razdaljinu. Svaka očitana razdaljina se preračunava i pretvara u centimetre a zatim ispituje da li zadovoljava jedan od četiri opsega. Istraživanjem po internetu ali i čitanjem literature o problemima slepih i slabovidih osoba zaključeno je da najveći problem predstavljaju prepreke na udaljenosti manjoj od 1m. Rukovođeni tim podatkom sastaviljena su četiri opsega:

1. 100 cm ≤ razdaljina
2. 50 cm ≤ razdaljina < 100 cm
3. 30 cm ≤ razdaljina < 50 cm
4. razdaljina < 30 cm

U zavisnosti kom opsegu izmerena razdaljina odgovara, mikrokontroler šalje različitu melodiju upozorenja piezo buzeru. Ovaj algoritam se ponavlja sve dok se uređaj ne isključi sa napajanja. Blok šema konstrujisanog uređaja data je na Slika 2.



Slika 2. Blok šema realizovanog uređaja.

A. Predstavljanje komponenata

Osnovna komponenta ovog uređaja, pomagala, jeste mikrokontroler ATMEGA328 [1.] tj. Arduino NANO (Slika 3.). Ovaj osmobitni miktokontroler ima 32 pina od kojih su 14 digitalnih i 8 analognih, ulaza i izlaza, što omogućava širok spektar signala koji se mogu izvoditi i priključivati na ove pinove. Izlazni napon na pinovima je 5V a Clock 16MHz. Pored ulaznih i izlaznih pinova, ovaj mikrokontoler ima i pin RESET, izlaz za 3,3V i serijski interfejs. Programira se korišćenjem Arduino software-a i mini USB kabla. Malih je dimenzija (1.85 cm x 4,32 cm), lako se ugrađuje i uklapa, pristupačan je i ekonomski isplativ (oko 3 EUR).



Slika 3. Arduino NANO, ATMEGA328.

Avramović Marta je učenica Tehničke škole u Loznici, Trg Jovana Cvijica 3, 15300 Loznica. E-mail: martaavramovic015@gmail.com

Za upis programa u mikrokontoler korišćen je Arduino software [5.], trenutno jedan od najaktuelnijih fizičko - računarskih platformi otvorenog koda. Arduino hardver se programira korišćenjem programskog jezika zasnovanog na Wiring jeziku (sintaksa i biblioteke) i u osnovi je vrlo sličan C++ jeziku.

Glavna komponenta ovog sistema, pored mikrokontrolera, jeste ultrazvučni senzor HC-SR04 [2.] (Slika 4.) , tj. senzor daljine, koji emituje zvučne talase visoke frekvencije, koji se, u slučaju da se ispred senzora nalazi prepreka, odbijaju od nje i vraćaju podatak mikrokontoleru. Rezolucija merenja ovog senzora je 0,3 cm a opseg merenja objekata je od 2 cm do 400 cm. Senzor pokriva i horizontalni ugao od 15 ^{o}. Senzor se povezuje preko četiri pina: Vcc – napajanje senzora (+5V) ; GND – masa; Trig – pin okidanja, aktiviranja, i slanja izlaznog impulsa; Echo – pin prijema povratnog signala.

Princip rada baziran je na tome da se modul aktivira slanjem kontrolnog impulsa dužine najmanje 10 uS, a zatim automatskim slanjem osam ultrazvučnih impulsa frekvencije 40 KHz. Razdaljina se računa po formuli uS / 58 za razdaljinu u centimetrima, ili uS / 148 za razdaljinu u inčima.



Slika 4. Ultrazvučni senzor HC-SR04.

Za zvučnu signalizaciju razdaljine korišćen je aktivni piezo buzer, zujalica yl- 44 [3.] (Active Buzzer – Slika 5) koji sadrži tri pina: Vcc – napajnaje (tolerantan od +3,3V do +5v); GND – masa; OUT – izlazni pin sa kog mikrokontroler šalje željeni napon koje je potreban zujalici kako bi emitovala zvučni signal.



Slika 5. Piezo buzer yl -44.

B. Konfiguracija uređaja

Uređaj se sastoji iz tri osnovne komponente sistema i pratećeg kućišta u koje se pakuje, shodno njegovoj svrsi i nameni. Sam projekat je zamišljen kao početna ideja koja se može realizovati na različite načine, tako da konstruisani uređaj može imati oblik šlema za glavu, uređaja za noge ili ruke, ili pojasa pomagala.

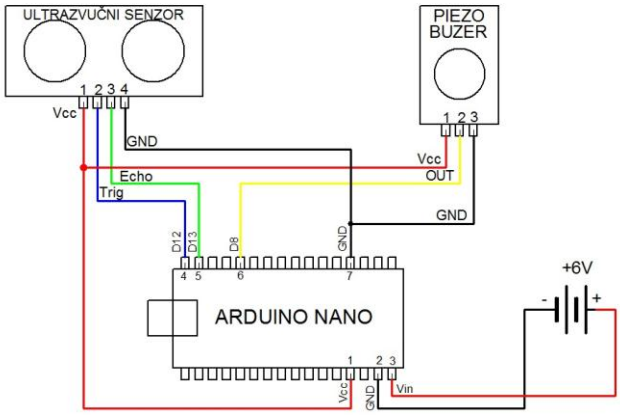
Konkretno u ovom projektu, opisana je realizacija uređaja na pricipu pojasa, ali hardver i softver za sve ostale oblike konstrukcije, ostaju ne promenjeni.

Uređaj, pomagalo realizovano na principu pojsa, sastoji se iz sledećih komponenti:

1. Dva mikrokontrolera ARDUINO NANO
2. Dva ultrazvučna senzora HC-SR04
3. Dva piezo buzera yl-44
4. Četiri baterije od 1,5V
5. Tekstilni pojas
6. Plastična kutija za elektroniku
7. Jedan prekidač
8. Bakarni provodnici

C. Hardver

Postupak povezivanja hardvera dat je na Slika 6. Ispod slike nalazi se detaljan opis pinova koji su označeni brojevima.



Slika 6. Šematsko povezivanje hardvera uređaja, pomagala.

Arduino NANO, opis pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 13 – Vcc, +5V
2. Pin 15 – GND
3. Pin 16 – Vin
4. Pin 17 – D12, digitalni I/O 12
5. Pin 18 – D11, digitalni I/O 11
6. Pin 21 – D8, digitalni I/O 8
7. Pin 29 – GND

Ultraznučni senzor, opsi pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 1 – Vcc, +5V
2. Pin 2 – Trig pin
3. Pin 3 – Echo pin
4. Pin 4 – GND

Piezo buzzer, opis pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 1 – Vcc, +5V
2. Pin 2 – OUT
3. Pin 3 – GND

D. Softver

Predstavljen je i detaljno opisan Arduino program koji je upisan u mikrokontoler Arduino NANO [4.]:

Na početku programa deklarišemo konstante, promenljive i pinove koje kasnije koristimo u programu, tako što ECHOPIN i TRIGPIN ultrazvučnog senzora postavljamo na digitalne pinove 11 i 12 a izlazni pin piezo buzera, buzzPin, na digitalni pin 8:

```
#define ECHOPIN 12
#define TRIGPIN 11
int buzzPin = 8;
```

U programskom setup-u definišemo ECHOPIN kao ulaz, TRIGPIN kao izlaz i buzzPin kao izlaz, uz pomoć funkcije pinMode preko koje se definiše svrha korišćenja pinova Arduino mikrokonrolera:

```
void setup() {
pinMode(ECHOPIN, INPUT);
pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);
pinMode(buzzPin, OUTPUT);
}
```

U glavnoj programskoj petlji void loop(), pomoću funkcija digitalWrite i delayMicroseconds, generišemo četvrtaste signale koji su nam potrebi kao referentni okidni impuls TRIGPINA-a ultrazvučnog senzora. Takođe zadajemo početno stanje piezo buzera:

```
void loop()
{
digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
difitalWrite(buzzPin, HIGH);
```

Glavna programska petlja ima zadatak da svaki put preračuna razdaljinu očitanu sa ECHOPIN-a, ukoliko se povratni signal pojavio (funkcija pulseIn- očitava impuls ukoliko ga ima), i da je pretvori u milimetre (realni tip folat):

```
float distance = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
distance = distance / 58;
```

Kad se razdaljina očita, rezulatat se smešta u jedan od četiri opsega i aktivira zvučna melodija upozorenja piezo buzera. Ti opsezi su:

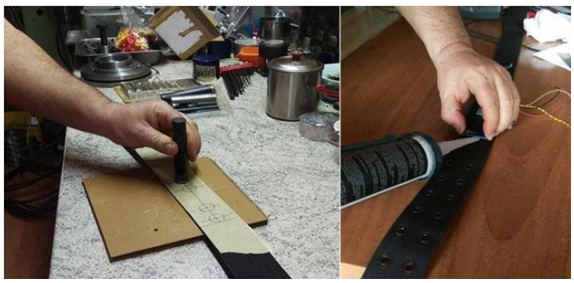
5. 100 cm ≤ distance
6. 50 cm ≤ distance < 100 cm
7. 30 cm ≤ distance < 50 cm
8. distance < 30 cm

Melodije upozorenja piezo buzera nisu napamet sastavljene, već su rezulatat istraživanja i testiranja:

```
if((distance >= 50)&&(distance <100)){
digitalWrite(buzzPin, LOW);
delay(200);
digitalWrite(buzzPin, HIGH);
delay(150);
}
else if((distance >= 30)&&(distance <50)){
digitalWrite(buzzPin, LOW);
delay(100);
digitalWrite(buzzPin, HIGH);
delay(100);
}
else if(distance < 30){
digitalWrite(buzzPin, LOW);
delay(40);
digitalWrite(buzzPin, HIGH);
delay(40);
}
else
 digitalWrite(buzzPin, HIGH);
}
```

E. Konstrukcija i postupak izrade

Projekat je realizovan praktičnim radom u mašinskoj i elektro radionici. Uz pomoć zumbe i čekića izbušeni su otvori za senzore i piezo buzere na tekstilnom pojasu. Komponente su zalapljene silikonom za tekstilni pojas i provodnicima povezane sa mikrokontolerom koji se nlazi sa unutrašnje strane pojasa nedaleko od senzora. U plastičnoj kutiji smešteno je napajanje od 6V i sprovedeno do mikrokontolera koji u sebi sadrži stabilizatore napona koji daju fiksnih 5V. Sama tkanina je izolacioni material pa ne postoji opasnost od udara električne struje i drugih neželjenih efekata po lice koje korisiti pomagalo. Postupak izrade dat je na Slika 7.



Slika 7. Postupak konstrukcije pojasa pomagala.

III. REZULTATI ISTRŽIVANJA

Rezultat ovog rada jeste uspešna kostrukcija uređaja, pomagala, za slepe i slabovide osobe kao i predstavljanje jednostavnog, ekonomičnog, lako konstruktivnog i ekonomski isplativog uređaja (ukupna cena prototipa 25 EUR) za potrebe ljudi sa ovom vrstom invaliditeta. Uspešna konstrukcija i izgled pojasa pomagala dat je na Slika 8.



Slika 8. Pojas pomagalo.

A. Problemi pri radu sistema

Testiranjem konstruisanog uređaja utvrđeno je da će prepreke biti detektovane, od strane ultrazvučnog senzora, samo u nivou pojasa pomagala, što je i bio cilj. Za prepreke u nivou stopala ili glave menjala bi se konfiguracija i izgled samog pomagala, dok bi algoritam, blok šema i sam program mikrokontrolera ostali ne promenjeni.

Veliki nedostatak ovog projekta jeste i nepreciznost ultrazvučnog senzora (HC-SR04) i greška koju unose sami povratni ultrazvučni talasi. Ipak ovaj senzor uspeo je da zadovolji potrebe ovog projekta.

B. Usavršavanje uređaja

Usavršavanjem ovog projekta ostvarena je realizacija uređaja pomagala za ruku umesto pojasa pomagala, koje je dimenziono manje, lakše se konstuiše i zgodinije je za upotrebu i nošenje.

Uređaj, pomagalo, za ruku je fleksibilije svrhe jer se nosi sa gornje strane dlana šake, i slepa ili slabovida osoba ga koristi kao imaginarni štap. Imaginarni štap funkcioniše tako što pomeranjem ruke slepe ili slabovide osobe pomera se i uređaj na njenom dlanu, koji ukazuje na prepreku u bilo kom prostoru u koji je ruka uperena, bez ograničenja.Izgled uređaja pomagala dat je na Slika 9.



Slika 9. Izgled uređaja, pomagala, za ruku.

IV. ZAKLJUČAK

Jedan od velikih problema današnjice jeste pomoć osobama sa invaliditetom i pažnja koja se posvećuje njima. Ovaj projekat pokazao je kako konstrukcijom jednog jednostavnog uređaja, pomagala, zasnovanog na osnovnim principima, iz domena fizike, računarstva i programiranja, možemo učiniti puno i pomoći osobama sa oštećenim vidiom kako bi smo ih podstakli i podržali u njihovoj svakodnevnoj borbi za žovot. Budimo tolerantni jedni prema drugima i zapamtimo: ,,Oči gledaju a mozak vidi".

ZAHVALNICA

Zahvalnost za realizaciju ovog istraživačkog projekta uputila bih prvenstveno Tehničkoj školi Loznica i mom mentoru, profesoru, dipl. inž. elek., Tomislavu Mijiću, na mnogobrojnim savetima i organizaciji realizacije projekta, kao i mojoj porodici na velikoj finansijskoj i moralnoj podršci. Posebnu zahvalnost uputila bih Milijani Sakić, profesorici srpskog jezika i književnosti, na lektorisanju teksta.

LITERATURA

[1] Atmel, mikrokontroler (datasheet): ATMEGA328, (https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano).
[2] Micropic, ultrazvučni senzor: HC-SR04, (http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf).
[3] Arduino, piezo aktivni buzzer, yl-44, (http://www.instructables.com/id/Arduino-YL-44-Buzzer-module/?ALLSTEPS).
[4] Arduino primer koda i povezivanja ultrazvučnog senzora: (http://arduinobasics.blogspot.rs/2012/11/arduinobasics-hc-sr04-ultrasonic-sensor.html).
[5] Arduino Software (http://www.arduino.cc/).

Sistem za merenje, identifikaciju i očitavanje vremena na trkama korišćenjem RFID i GSM modula

Marta Avramović

Sadržaj – Predstavljen je sistem za merenje, identifikaciju i očitavnje vremena na trkama, upravljan mikrokontrolerom u kombinaciji sa RFID čitačem i jednstvenim RFID – priveskom, GSM modulom i VB.NET programom povezanim sa Excel – om.

I. UVOD

Sistem za merenje, identifikaciju i očitavanje vremena na trkama korišćenjem RFID i GSM modula (Slika1.), predstavlja univerzalni, jedinstveni sistem za merenje vremena na svim nekružnim trkama. Osmišljen je za potrebe moto trke održane u Lozničkom kraju, a ideja je da se ovaj sistem iskoristi za bilo koju vrstu takmičenja u motociklizmu, biciklizmu ali i u drugim sportovima.

Svakom takmičaru trke dodeljuje se RFID privezak sa jedinstvenim tagom, koji se očitava prinošenjem RFID čitača na privezak. PC računar, najčešće laptop, beleži i upisuje vreme očitavanja u Excel-u. U momentu kada se vreme očitanog takmičara memorisalo u bazi podataka, PC računar šalje GSM predajnim uređajem, SMS poruku, podatak o očitanom takmičaru i njegvom vremenu. Poruka stiže na kontrolni računar i upisuje se u kontrolnu bazu podataka.



Slika 1. Sistem za merenje, identifikaciju i očitavanje vemena na trkama.

II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

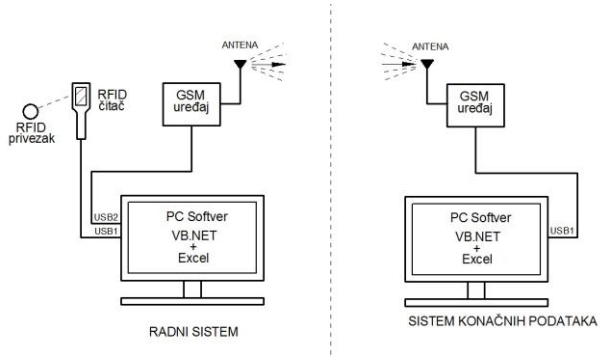
Sistem za merenje, identifikaciju i očitavanje vremena podeljen je u dva dela: radni sistem i sistem konačnih podataka (blok šema Slika 2.). Ovaj sistem meri relativno vreme. Beleže se vremena sa starta, polaska takmičara, i cilja, dolaska takmičara, preko dva radna sistema. Ukupno vreme računa se u sistemu konačnih podataka kao razlika vremena – cilja i starta. Radni sistem može se postavljati na više lokacija ukoliko želimo da imamo više očitavanja vremena na različitim mestima (check point).

Radni sistem i sistem konačnih podataka su dva različita sistema čiji je algoritam rada sličan. Vreme očitavanja takmičara se pamti na dva načina iz sigurnosnih razloga u oba sistema: u Exce-u i u SMS-u. Jedina razlika ova dva sistema jeste mesto njihovog postavljanja.

Radni sistem se postavlja na otvorenom prostoru, na trkačkim stazama ili otvorenim check point mestima, dok se sistem konačnih podataka najčešće nalazi u kontrolnim stanicama trke. Iz kontrolnih stanica prati se kretanje takmičara a od radnog sistema mogu biti udaljene nekoliko desetina kilometara.

Sistem konačnih podataka ima tri funkcije: praćenje takmičara, objava preliminarnih i konačnih rezultata.

Konačni rezultati se obračunavaju po završetku trke i nastaju kao skup razlike vremena očitanih sa cilja i starta.



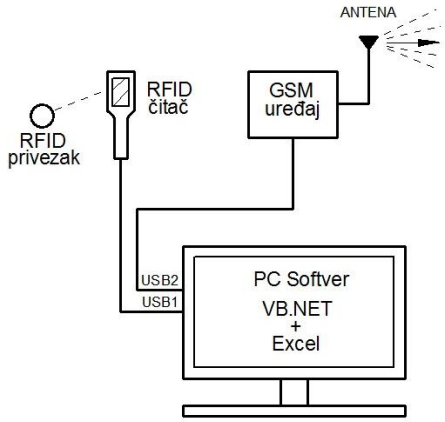
Slika 2. Blok šema radng sistema i sistema konačnih podataka.

A. Radni sistem

Radni sistem čini: RFID privezak, RFID čitač, GSM uređaj i Visual Basic program za PC računar (blok šema data je na Slika 3.).

Pre početka takmičenja ili trke, u VB.NET programu, unose se podaci o takmičarima i ID adresama (tagovi na privesku) koje su im dodeljene priveskom. Te adrese zajedno sa podacima o takmičarima i njihovim startnim brojevima, kao i kolonom ostavljenom za upis očitanog vremena, sačuvane su u Excel-u pomoću VB.NET programa.

Avramović Marta je učenica Tehničke škole u Loznici, Trg Jovana Cvijica 3, 15300 Loznica. E-mail: martaavramovic015@gmail.com



Slika 3. Blok šema radnog sistema.

Sistem navedenih uređaja se postavlja na željeno mesto odakle počinje merenje vremena takmičarima. Svaki takmičar poseduje jedan RFID privezak koji se postavlja na lako učljivo mesto. Kada takmičar priđe mestu za očitavanje vremena, pomoćno lice uzima RFID čitač, koji je konstruisan u obliku palice i prinosi ga privesku. Prilikom prinošenja, RFID čitač očitava adresu i prosleđuje je mikrokontroleru. Ukoliko je adresa očitana, LED diode će signalizirati znak uspešnog primanja informacije (Sl. 4.).

Mikrokontroler prosleđuje informaciju o ID adresi takmičara, preko paketa informacija, serijskom komunikacijom i USB kablom.

Visual Basic program očitava paket informacija sa serijskog COM porta i pamti vreme dolaska informacije. Vreme dolaska informacije uzima se kao vreme očitavanja, i dodeljuje se takmičaru kome odgovara poslata, očitana, ID adresa iz Excel-a.

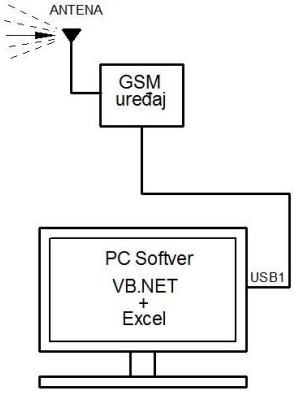
U mometnu upisivanja podataka o vremenu u Excel, VB.NET program preko drugog serijskog COM porta šalje dva podatka, dva paketa informacija, drugom mikrokontroleru povezanim sa predajnim GSM uređajem. Prvi paket čini mobilni broj kontrolnog mobilnog telefona, tj. prijemnog GSM uređaj, povezanim sa sistemom konačnih podataka. Drugi paket se sastoji iz startnog broja takmičara i očitanog vremena.



Slika 4. Signalizacija led dioda o uspešnom očitavanju RFID priveska.

B. Sistem konačnih podataka

Sistem konačnih podataka čini: VB.NET program, kontrolni mobilni telefon ili prijemni GSM uređaj i Excelov dokument za obradu konačnih podataka (Blok šema data je na Slika 5.).



Slika 5. Blok šema sistema konačnih podataka.

Na prijemni GSM uređaj dolazi SMS poruka koju mikrokontroler serijskom komunikacijom, preko USB kabla prosleđuje na PC računar, kontrolni laptop računar. PC računar obrađuje podatak poruke, "secka" vrednost startnog broja i vreme očitavanja takmičara. Upoređuje i traži poslati startni broj sa startnim brojem iz baze podatka i poslato vreme upisuje odogovarajućem takmičaru. Na taj način dobijamo preliminarne rezultate trke.

Excel-ov dokument za obradu konačnih podataka čuva podatke o tamičarima, njihovim startnim brojevima i vremenu. U ovaj dokument ne smeštaju se podaci koji su stizali na SMS poruke GSM uređaja, već se ovde kopiraju vremena iz Excel dokumenata radnog sistema po završetku trke. Vremena se računaju, sređuju i obrađuju na osonovu kojih se, na kraju, objavljuje konačna rang lista.

C. Predstavljanje komponenata

Osnovna komponenta ovog uređaja jeste mikrokontroler ATMEGA328 tj. Arduino NANO [1.] (Slika 6.). Ovaj osmobitni miktokontroler ima 32 pina od kojih su 14 digitalnih i 8 analognih, ulaza i izlaza, što omogućava širok spektar signala koji se mogu izvoditi i priključivati na ove pinove. Izlazni napon na pinovima je 5V a Clock je 16MHz. Pored ulaznih i izlaznih pinova, ovaj mikrokontoler ima i pin RESET, izlaz za 3,3V i serijski interfejs. Programira se korišćenjem Arduino software-a preko mini USB kabla. Malih je dimenzija (1.85 cm x 4,32 cm), lako se urađuje, uklapa i vrlo je pristupačan.

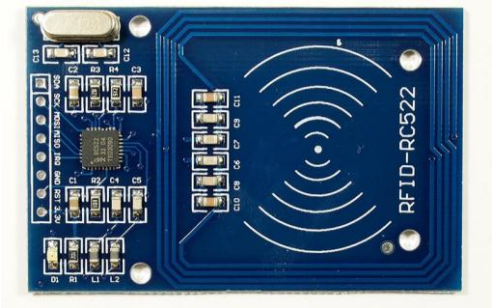


Slika 6. Arduino NANO, ATMEGA328.

Za upis programa u mikrokontoler korišćen je Arduino software, trenutno jedan od najaktuelnijih fizičko - računarskih platformi otvorenog koda. Arduino software [4.] je besplatan, lako dostupan a njegov hardver čine Atmelovi mikrokontoleri. Arduino hardver se programira korišćenjem programskog jezika zasnovanog na Wiring jeziku (sintaksa i biblioteke) i u osnovi je vrlo sličan C++ jeziku.

RFID čitač i RFID privezak. RFID je skraćenica od Radio Frequency Identification, što u slobodnom prevodu znači identifikacija pomoću radio talasa. Osnova sistema je RFID tag, tj. RFID privezak, koga čini čip (za skladištenje podataka) i antena, RFID čitač, (za primanje i odašiljanje podataka pomoću radio talasa). Svaki RFID tag ima jedinstven, fabrički upisani identifikacioni broj. RFID tag ugrađuje se u nosač - transponder, koji u zavisnosti od primene može imati različite forme (narukvica, karica, nalepnica ili privezak). Sa druge strane nalazi se RFID čitač, uređaj koji ima mogućnost "uočavanja" RFID tag-ova koji se nalaze u njegovom radnom polju i očitavanja podataka iz memorije čipa.

RFID čitač - MFRC522 [2.] (Slika 7.) je čitač/upisivač IC za beskontaktaktnu komunikaciju na 13.56 MHz. MFRC522 podržava rad sa SO/IEC 14443 A/MIFARE karticama i NTAG. Napaja se sa 3.3 V a poseduje i interfejse: Serial Peripheral Interface (SPI), Serial UART i I^2C-bus interfejs. Pinovi: 3.3V – napajanje sa isključivo 3.3V; RST – Pin Reset; GND – Ground, masa; IRQ - Interrupt request, pin zahteva za prekid (ne koristim u ovom projektu); MISO – Master Input Slave Output, pin komunikacije serijkog interfesa; MOSI – Master Output Slave Input, pin komunikacije serijkog interfesa; SCK – Serial Clock, pin komunikacije serijkog interfesa; SDA – Serial Data, pin komunikacije serijkog interfesa i I^2C komunikacije.



Slika 7. RFID čitač MFRC522.

RFID tag (Slika 8.), RFID privezak, radi bez napajanja a jedina pobuda za očitavanje podataka je RFID čitač. Najčešći oblik RFID taga je kartica, narukvica ili privezak koji sadrži jedinstvenu ID adresu.



Slika 8. RFID privezak.

Arduino GSM modul, SIM800L. GSM je globalni sistem za mobilnu komunikaciju (Global System for Mobile Comunications) važeći međunarodni standard za mreže mobilne telefonije. GSM je ćelijska mreža, što znači da se mobilni telefoni priključuju na mrežu tražeći ćelije koje se nalaze u blizini a vrednost frekvencijskog opsega naše države je 900 ili 1.800 MHz. Arduino modul za GSM omogućava širok spektar mogućnosti od kojih su neke: slanje SMS poruka, prijem SMS poruka, pozivanje i primanje telefonskog poziva, merenje jačine signala, FM radio.

SIM800L [3.] (Slika 9.) je modul malih dimenzija ali velikih mogućnosti. Podržava rad sa: 5x5x2 tastaturom, serijsku komunikaciju, USB interfejse, Interfejs za SIM karticu, FM radio i jedan PWM. Unutar njegovog kućišta nalazi se prostor za SIM karticu. Sa gornje strane modula ostavljen je izlaz za eksternu antenu. Modul se napaja u opsegu od 3.7V – 4.2V a brzina prenosa podataka GPRS-a je 85.6 kbps. Poseduje 12 pinova: RING, DTR, MICP, MICN, SPKP, SPKN, NET, VCC, RST, RXD, TXD, GND.



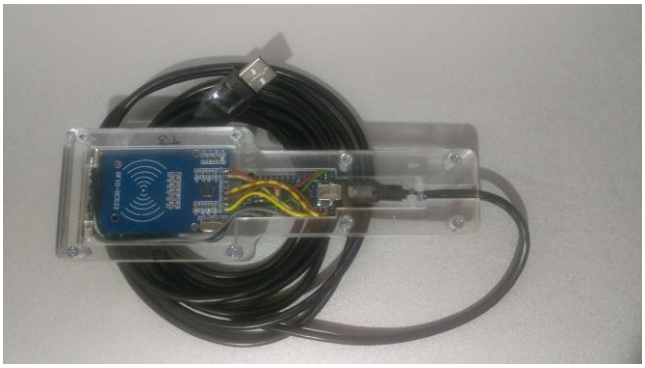
Slika 9. Arduino GSM modul, SIM800L.

Za izradu Winows aplikacije za PC računar korišćen je programski jezik **Visual Basic** poznatiji kao **VB.NET**. Pripada grupi objektno orijentisanih programskih jezika na .NET Framework. Pomoću Visal Basic – a moguće je brzo

i jednostavno razviti program, desktop aplikaciju, korišćenjem funkcija iz dostupnih biblioteka, grafičkih dodataka i unapred postavljenih objekata.

D. Hardver

Celokupan hardver sistema za merenje, očitavanje i idnetifikaciju vremena na trkama čini: RFID čitač – RFID palica (Slika 11.), GSM uređaj (Slika 10.) i PC računar na kome je instaliran VB.NET program. Preporučljivo je da se kao PC računar koristi laptop jer je lako prenosiv i zgodan za rad u uslovima trke.

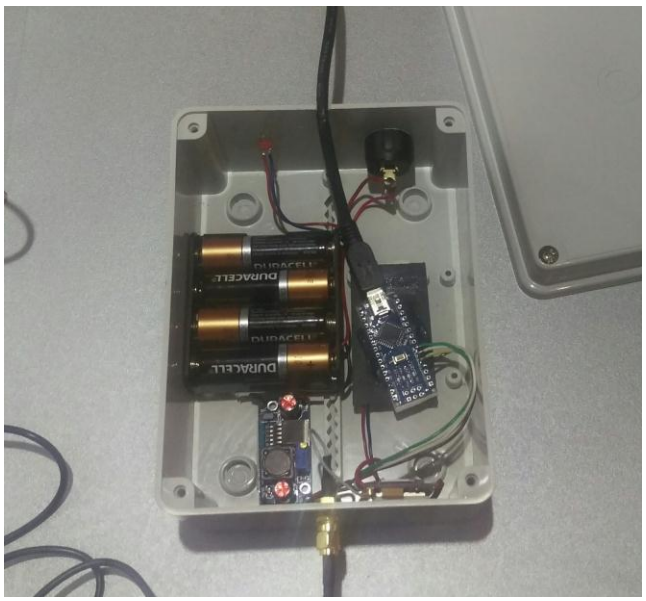


Slika 10. RFID čitač, RFID palica.

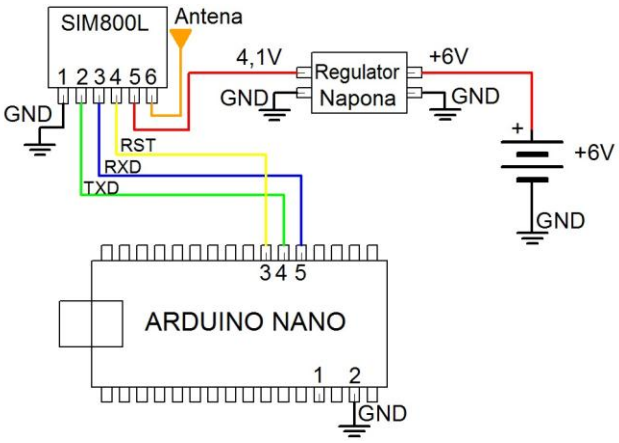


Slika 11. GSM uređaj.

GSM uređaj se sastoji iz: mikrokontrolera Arduino NANO, GSM modula (SIM800L), STEP DOWN regulatora napona, USB kabla za povezivanje sa PC računar, antene za GSM modul, plastičnog prekidača i jedne led diode koja signalizira prijem ili slanje SMS poruka (Slika 12.). Arduino NANO se napaja preko USB računara a GSM modul preko četiri baretije od po +1,5V Šema povezivanja data je na Slika 13.



Slika 12. Izgled GSM uređaja.



Slika 13. Šema povezivanja GSM uređaja.

Arduino NANO, opis pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 13 – Vcc, +5V
2. Pin 15 – GND
3. Pin 27 – D2, digitalni I/O 2
4. Pin 26 – D3, digitalni I/O 3
5. Pin 25 – D4, digitalni I/O 4

GSM modul, SIM800L opis pinova naznačenih brojeva:

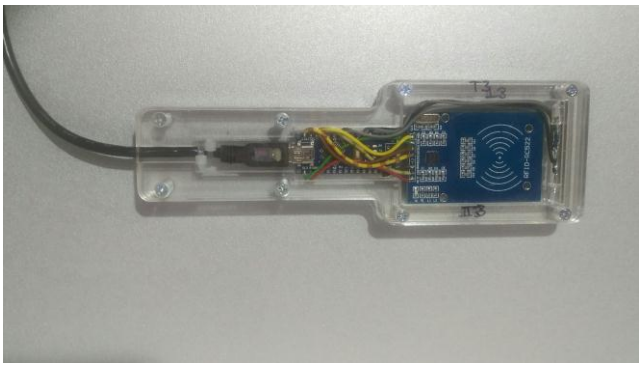
1. Pin 1 – Antena, izlaz za eksternu antenu
2. Pin 2 – Vcc, +4,1V
3. Pin 3 – RST, pin reset
4. Pin 4 – RXD
5. Pin 5 – TXD
6. Pin 6 – GND

Kao regulator napona korišćen je jednosmerni STEP DOWN, Arduino LM2596 DC-DC, pretvarač koji napon od 6V (četiri baterije od 1,5V) spušta na 3,5V.

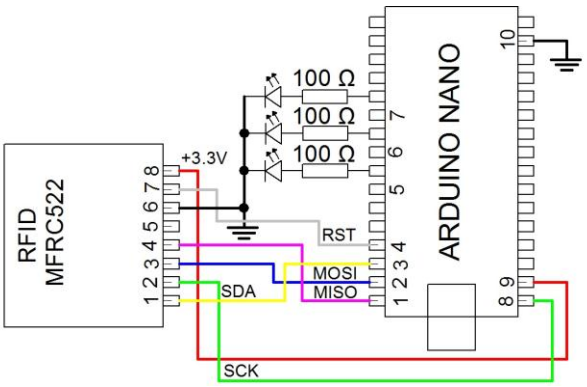
U Arduino NANO GSM uređaj, upisana je standardna biblioteka Arduino programa Adafruit FONA library [5.] (#include "Adafruit_FONA.h") i primer FONAtest u okviru te biblioteke. Ovaj primer nije isključivo namenjen GSM modulu, već podržava rad modula i pruža širok spektar mogućnosti. Programom se upravlja slanjem ključa, znaka, preko serijske komunikacije. Potrebe ovog uređaja zadovoljava ključ "s", što znači pošalji SMS poruku. Slanjem "s<mobilnibroj>" (npr. "s0614579852") označavamo na koji broj poruka treba da se pošalje. Posle slanja ove informacije, šalje se sadržaj SMS poruke u tekstualno obliku.

RFID čitač, palica se sastoji iz mikrokontrolera Arduino NANO, RFID čitača (RFID MFRC522), četiri zelene led diode, četiri otpornika vrednosti 100Ω i USB kabla za komunikaciju (Slika 14.). Šema povezivanja data je na slici 15.

U Arduino NANO RFID čitača učitan je program koji koristi RFID biblioteke: SPI.h i MFRC522.h [6.] i primer za ispis ID adrese očitanog taga u decimalnom i heksadecimalnom obliku na monitor serijske komunikacije. Ovaj program dolazi kao osnovni primer u sklopu navedene biblioteke. Program je prepravljen za potrebe RFID-čitača tako da serijskom komunikacijom šalje isključivo ID adresu u heksadecimalnom obliku. Naknadno je dodat program za signalizaciju očitavanja. Signalizacija očitavnja obavlja se preko 4 led diode koje rade tako da kada se RFID privezak očita, 50 milisekundi imaju stanje HIGH (svetle) a 100 milisekundi stanje LOW (ne svetle).



Slika 14. Izgled RFID čitača.



Slika 15. Šema povezivanja RFID čitača.

Arduino NANO, opis pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 17 – D12, digitalni I/O 12, MISO
2. Pin 18 – D11, digitalni I/O 1, MOSI
3. Pin 19 – D10, digitalni I/O 10, SS
4. Pin 20 – D9, digitalni I/O 9
5. Pin 23 – D6, digitalni I/O 6, led dioda
6. Pin 25 – D4, digitalni I/O 4, led dioda
7. Pin 27 – D2, digitalni I/O 2, led dioda
8. Pin 1 – Vcc, +3.3V
9. Pin 2 – D3, digitalni I/O 13, SCK
10. Pin 15 – GND

RFID MFRC522, opis pinova naznačenih brojevima:

1. Pin 1 – SDA
2. Pin 2 – SCK
3. Pin 3 – MOSI
4. Pin 4 – MISO
5. Pin 5 – IRQ, nije korišćen
6. Pin 6 – GND
7. Pin 7 – RST, RESET
8. Pin 8 – Vcc, +3.3V

E. Softver

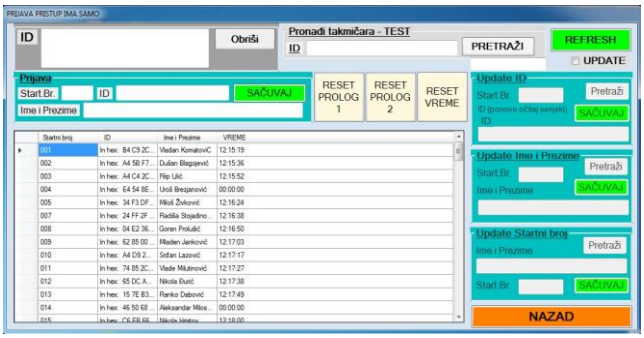
Softver isključivo može da radi pod OS MS Windows-om i sastoji se iz dva dela programa: unos tamičara i trka. Na glavnoj formi postoje dva tastera, dve mogućnosti: TRKA i PRIJAVA. Izgled glavne forme dat je na Slika 16.

Taster TRKA pripada takmičarskom delu progama i pokreće se na sam dan trke, u momentu kada počinje očitavanje vremena takmičara.



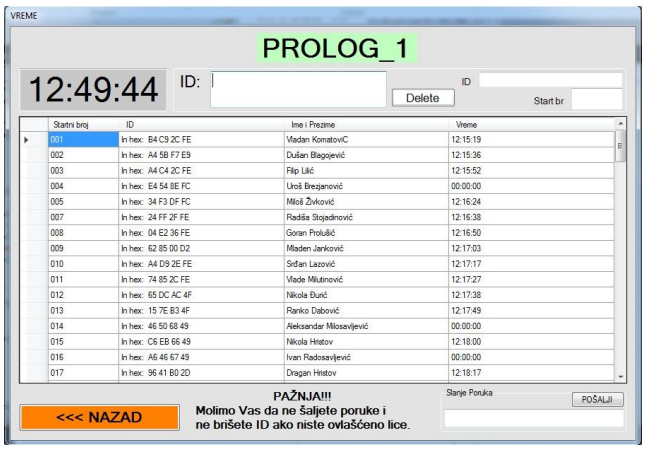
Slika 16. Glavna forma realizovanog softvera

Takmičar se prijavljuje tako što se unose njegovi lični podaci (ime, prezime i startni broj) a preko RFID čitača očita se jedinstvena ID adresa njegovog priveska i memoriše u Excel. Takođe na ovoj formi može se aržurirati ime, prezime ili startni broj takmičara ukoliko postoji greška u prijavi takmičara. Postoji mogućnost dodele nove ID adrese, RFID priveska, ukoliko se desi da se prijavljeni privezak izgubi. Prijava je kontrolni deo programa i u okviru nje mogu se resetovati vremena trke. Izgled forme PRIJAVA dat je na Slika 17.



Slika 17. Izgled forme PRIJAVA.

Forma TRKA je takmičarska forma u kojoj se nalaze sat i kontrolne labele, iz kojih se može pratiti očitavanje ID adrese RFID privezaka. Najveći deo forme zauzima Excel dokument preko kojeg se može pratiti upis i dodeljivanje vremena očitanog takmičara. Forma TRKA je povezana sa predajnim GSM uređajem i u momentu upisa očitanog vremena u Excel-u, predajni uređaj šalje SMS poruku prijemnom GSM uređaju. SMS poruka sadži startni broj očitanog takmičara i njegovo vreme. Izgled forme TRKA dat je na Slika 18.



Slika 18. Izgled forme TRKA.

Komunikacija VB.NET programa i Excel dokumenta isključivo je omogućena ako dokument ima ekstenziju **.xls**. U ovom softveru omogućen je upis, pretraga po ključu i izmena unetih podatka u bazi.

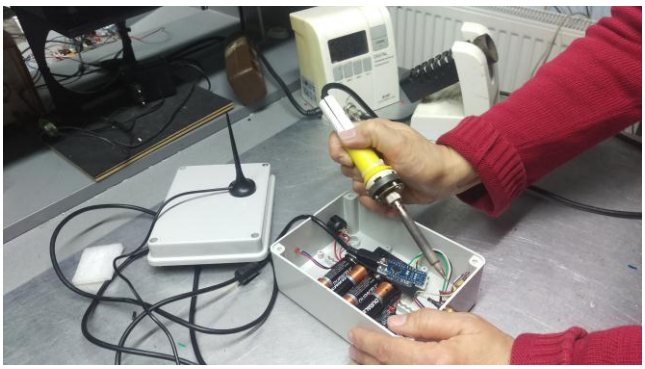
Komunikacija između PC računara i mikrokontrolera obavlja se preko USB kabla i serijske komunikacije. VB.NET program sadži objekat SerialPort, pomoću koga se upravlja COM portovima i porukama koje se šalju ili primaju preko njih. U programu su definisani portovi prijema informacije o ID adresi i slanja poruke GSM uređaju, neophodni za rad sistema.

Softver sadrži i bafer dolaznih podataka koji služi za memorisanje ID adresa pri slanju poruka. Da bi se poslala jedna GSM poruka potrebno je 8 sekundi. Problem može nastati ukoliko se u tih osam sekundi očita više takmičara a SMS poruke ne pošalju. Bafer je osmišljen za očitavanje 5 takmičara u okviru 8 sekundi.

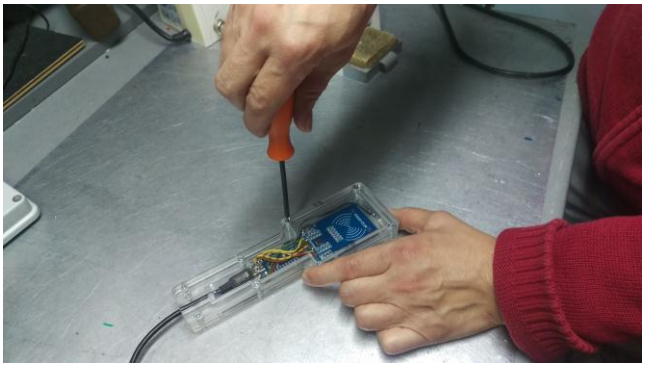
Izgled celokupnog softvera prilagođen je potrebama trke a grafika oznakama i obeležjima kluba Hard Enduro Loznica.

F. Konstrukcija i postupak izrade

Konstrukcija RFID čitača i GSM uređaja realizovana je praktičnim radom u elektro radionici. Komponente su zalemljenje po sastvaljenoj šemi i povezane provodnicima. Na plastičnoj kutiji GSM uređaja izbušeni su otvori za antenu, prekidač i led diodu. Palica, RFID čitatča napravljena je od pleksiglasa, isečena laserom a dizajnirana u 2D program, DeltaCad – u . Proces konstrukcije dat je na Slika 19. i Slika 20.



Slika 19. Izgled GSM uređaja.



Slika 20. Izgeld RFID čitača.

III. REZULTAT ISTRŽIVANJA

Rezultat rada jeste uspešna konstrukcija, realizacija i praktična upotreba na moto takmičenju kluba Hard Enduro Loznica Sunčana Reka [7.]. Uređaj je predstavljen kao savremeni sistem modernog očitavanja vremena što svedoči masa video snimaka na youtube sajtu sa održane trke [8.] [9.]. Projekat je u potpunosti ispunio očekivnja organizatora i takmičenje podigao na viši nivo.

A. Problemi pri radu sistema

Testiranjem konstruisanog uređaja utvrdili smo problem u radu GSM mreže. Testiranje je izvršeno uz pomoć opcije za merenje jačine signala u okviru Adafruit FONA biblioteke za Arduino. Pre trke izmerena je jačina mobilnog signala svih mrežnih operatera i odabrana odgovarajuća SIM kartica, ali idealni uslovi nisu ostvareni.

B. Usavršavanje uređaja

Daljim usavršavanjem uređaja za merenje, identifikaciju i očitavanje vremena na trkama obezbedilo bi se očitavanje RFID privezaka bez zaustavljanja i prinošenja palice RFID čitača. Umesto RFID palice koristile bi se prijemne RFID antene ili kapije za bezkontaktno očitavanje RFID privezaka na udaljenosti od jednog metra. PC računar bio bi zamenjen memorijskom karticom na kojoj bi se pamtila vremena očitanih takmičara. Takođe bi se usavršio sistem GSM komunikacije i poboljšao signal mobilne mreže.

IV. ZAKLJUČAK

Konstruisani i osmišljeni sistem za merenje, očitavanje i idnetifikaciju vremena na trkama korišćenjem RFID i GSM modula predstavlja skladno osmišljen projekat, praktično isproban i proveren. Brzina očitavanja tagova, preliminarni i konačni rezultati, sistem GSM poruka i zadovoljni takmičari svedoče o uspešnoj funkcionalnosti osmišljenog sistema. Moguće je dalje usavršavanje realizovanog sistema dok ideja ostaje ne promenjena. Osmišljenim sistemom ostvarena je ušteda novca koji bi bio utrošen za angažovanje firmi koje se profesionalno bave merenjem i očitavanjem vremena na trkama. Projekat je i dokaz nadograđenog, stečenog, školskog znanja koje je doprinelo napretku tehnološkog razvoja ideja u našem okruženju i zemlji.

ZAHVALNICA

Zahvalnost na realizaciji ideje ovog istraživačkog projekta uputila bih prvenstveno klubu Hard Enduro Loznica, kao i mojoj porodici na velikoj, stručnoj finansijskoj i moralnoj podršci.

LITERATURA

[1] Atmel, mikrokontroler (datasheet): ATMEGA328, (https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[2] RFID čitač, RFID palica, MFRC522 (datasheet): (http://www.nxp.com/documents/data_sheet/MFRC522.pdf), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[3] GSM modul, SIM800L (datasheet) : (http://wiki.seeedstudio.com/images/4/46/SIM800L_Hardware_Design_V1.00.pdf), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[4] Arduino Software (http://www.arduino.cc/), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[5] Arduino library, Adafruit FONA library: (https://github.com/adafruit/Adafruit_FONA), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[6] Arduino RFID čitač library, Mifare MFRC522 RFID Reader/Writer: (http://playground.arduino.cc/Learning/MFRC522), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[7] Hard Enduro Loznica: (http://hardenduro.rs/), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[8] Snimak 1 očitavanja vremena na moto trci Hard Enduro Loznica Sunčana Reka: (https://www.youtube.com/watch?v=UiaT_BNQP6s) Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.
[9] Snimak 1 očitavanja vremena na moto trci Hard Enduro Loznica Sunčana Reka: (https://www.youtube.com/watch?v=QSXa8g6R9y8), Datum zadnjeg pristupa sajtu: 19.10.2016.

Povećanje bezbednosti saobraćaja

Petar Stefanović

Sadržaj – Cilj ovog rada je prevencija saobraćajnih nesreća i povećanje bezbednosti svih učesnika saobraćaja – kako pešaka tako i vozila. Princip je baziran na merenju brzine vozila koja se kreću kroz raskrnicu pomoću mikrokontrolera i ultrazvučnih senzora. Ukoliko zbog neprilagođene brzine može doći do saobraćajne nesreće, mikrokontroler će uz zvučnu i svetlosnu signalizaciju upozoriti sve učesnike saobraćaja obustavljanjem saobraćaja kroz raskrsnicu. U kombinaciji sa video nadzorom koji bi evidentirao prestupnike, ovaj projekat bi bio efikasno sredstvo u prevenciji saobraćajnih nesreća.

I. UVOD

Namena ovog projekta je simulacija saobraćaja raskrsnice na maketi, to jest merenje brzina pomoću ultrazvučnih senzora i slanje istih na računar. Na gornjem delu makete nalaze se semafori, senzori i rotaciono svetlo, dok se u prostoru ispod nalazi prateća elektronika.



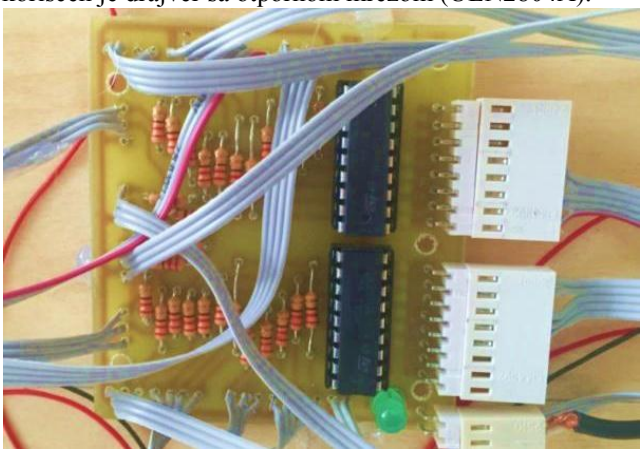
Slika 1. Prikaz projekta.

Sistem je baziran na Arduino razvojnom sistemu koji upravlja radom semafora na raskrsnici i očitava brzine vozila koja se približavaju raskrsnici preko ultrazvučnih senzora. Ukoliko zbog nedozvoljene brzine može doći do nesreće, raskrsnica će se zatvoriti uključivanjem svih crvenih svetala na semaforima i upaliće se rotaciono svetlo sa zvučnom signalizacijom. Nakon određenog vremena, rotacija se isključuje i semafori nastavljaju sa radom.

II. KOMPONENTE

Najvažniji delovi ovog projekta jesu mikrokontroleri Arduino Nano (ATmega328). Oni upravljaju radom semafora LE diode) i primaju informacije od ultrazvučnih senzora (HC-SR04).

Pošto je semaforima potrebna mnogo veća struja od 40mA koju može da preda jedan pin mikrokontrolera, korišćen je drajver sa otpornom mrežom (ULN2804A).



Slika 2. Drajver ULN2804A sa otpornom mrežom.

Namena jednog mikrokontrolera je da upravlja samo radom semafora, dok drugi prima informacije sa ultrazvučnih senzora, obrađuje ih i serijski preko USB-a šalje na računar opšte namene u program "Računar policajac" u kom se mogu očitati brzine vozila.

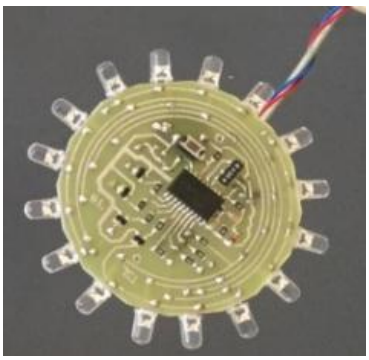
Sledeća važna komponenta je ultrazvučni sensor HC-SR04. On radi na principu slanja i primanja ultrazvuka frekvencije 40kHz. Na njemu se nalaze 4 pina, dva za napajanje – VCC i GND i radi na 5V, i dva za slanje i prijem podataka – Trig i Echo.



Slika 3. Ultrazvučni sensor HC-SR04.

Takođe postoji i rotaciono svetlo sa sirenom koje je rad sekcije elektronike. Dobija samo napajanje od Arduina kada je potrebno da započne svoj rad.

Petar Stefanović - Tehnička škola, Trg Jovana Cvijića 3, Loznica petarstefanovic.lo98@gmail.com



Slika 4. Rotaciono svetlo sa sirenom (ATtiny2313).

III. PRINCIP RADA

Što se merenja brzine tiče. princip rada se bazira na dva merenja rastojanja automobila od ultrazvučnog senzora sa pauzom između. Na taj način pomoću formule 1.

$$v = \frac{s2-s1}{t} \quad (1)$$

gde su s1 i s2 udaljenosti, a t pauza, dobija se brzina automobila v koji se približava raskrsnici to jest ultrazvučnom senzoru. Da bi se dobila udaljenost automobila od ultrazvučnog senzora na Trig pin senzora se šalje logička 1 koja traje 10µs, a zatim se „osluškuje“ signal sa Echo pina. Rastojanje u centimetrima se određuje pomoću formule 2. iz datasheet-a:

$$s = \frac{t}{58,2} \quad (2)$$

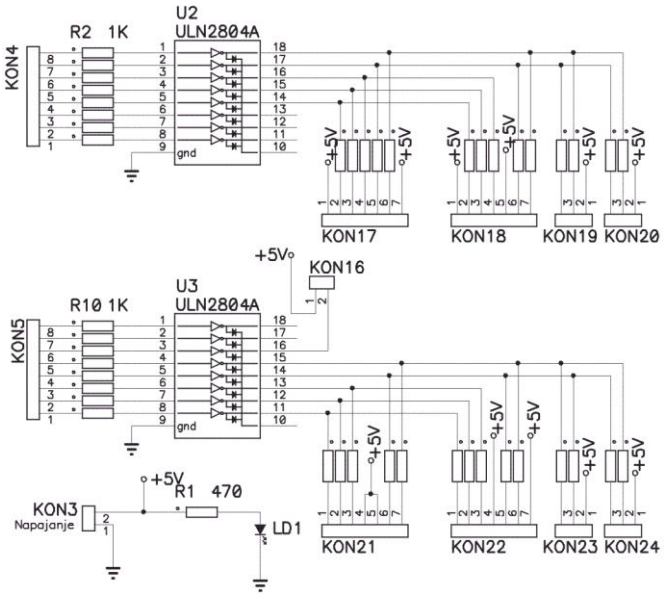
gde je s rastojanje, a t dužina trajanja logičke 1 sa Echo pina. Nakon izvršenih merenja udaljenosti, mikrokontroler obrađuje podatke, izračunava brzine i serijski ih šalje preko USB-a na računar u program “Računar policajac”, koji vizuelno prikazuje vrednosti izmerenih brzina. Ukoliko dođe do prekoračenja dozvoljenje brzine mikrokontroler uključuje rotaciono svetlo i sve semaphore postavlja u režim zakočenja, svi semafori svelte crvenom bojom i zabranjuju prolaz svim učesnicima saobraćaja. Posle određenog vremena, alarmantno stanje se isključuje – isključuje se rotaciono svetlo i semafori nastavljaju sa uobičajenim radom.

Drugi mikrokontroler upravlja samo radom semafora. U određeno vreme pali i gasi LE diode preko drajvera i tako kontroliše saobraćaj.

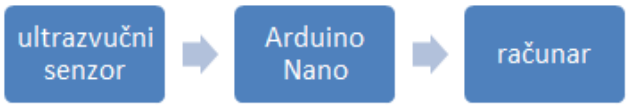


Slika 5. Signalizacija prekoračenja brzine.

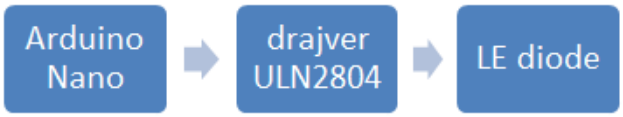
IV. ŠEME



Slika 6. Otporna mreža sa ULN2804A za semafore.



Slika 7. Blok šema rada Arduina za očitavanje i slanje brzina.



Slika 8. Blok šema rada Arduina za upravljanje semaforima.

V. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih merenja i testiranja, zaključak je da sistem radi ispravno, da su zakoni fizike potvrđeni kao i primena ovog projekta.

LITERATURA

[1] Arduino, mikrokontroler (datasheet): Nano (ATmega328), (https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano)

[2] Micropic, ultrazvučni senzor (datasheet): HC-SR04, (http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf)

[3] Farnell, drajver za semafore (datasheet): ULN2804, (http://www.farnell.com/datasheets/7946.pdf)

[4] Microsoft, razvojno okruženje za program „Računar policajac“: Visual Studio Express, (https://www.visualstudio.com)

MATLAB Model for Visualization of PQ Diagram of a Synchronous Generator

Dejan Pejovski, Bodan Velkovski, Krste Najdenkoski

Abstract – A PQ-diagram of a synchronous generator is constructed using the technical documentation and test results provided by its manufacturer. The main curves represent the maximum heating allowed by different active parts of the generator, and the PQ-diagram area defines the generator's allowed operating regimes. In this paper an analytical method for constructing a PQ-diagram is explained. A model implementation is done in MATLAB software environment, which provides a sophisticated visual representation. The user enters the generator parameters and the program shows the operating point on the PQ-diagram. It also enables excitation current control, which determines reactive power production or consumption. This model can be easily modified, i.e. appended for real time acquisition of the generator's parameters, and it can be used by operators in power plants.

I. INTRODUCTION

To delimit the admissible apparent power capability of a designed synchronous generator, a capability chart is presented, which shows the active power (P) versus reactive power (Q) in a two-dimensional graph called a PQ diagram. This synthetically calculated diagram is designed only for the rated values of generator and grid parameters: active power (P_n), voltage at the generator terminals (U_n), stator current (I_n), field current (I_{fn}), frequency (f) and other parameters of the used cooling agent like cleanness of H_2 air/gas temperature, gas pressure etc [1].

The theoretical PQ diagram is determined by calculation of the new generator for the rated parameters defining it. The Actual PQ diagram is determined by defining the influence of parameters like temperature limits given from special process needs on-site. Online PQ diagram shows the power generation feed into the net in real time [1]. The actual PQ diagram, however, is determined from a series of tests conducted on the generator, and especially for generators that have been in operation for a certain period of time, the new PQ diagram may indicate a reduction in the permitted operating domain due to the ageing of generator parts [2].

Dejan Pejovski and prof. Krste Najdenkoski, PhD, are with the Institute for Electrical Machines, Transformers and Apparatuses, Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia. E-mail: dejanp@feit.ukim.edu.mk krste@feit.ukim.edu.mk

Bodan Velkovski is with the Department of Electrical Measurements and Materials, Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Macedonia. E-mail: velkovski_bodan@live.com

In this paper, a mathematical model for drawing the theoretical PQ diagram is presented, according to which a MATLAB model is designed. By changing certain parameters in the model, several operating conditions of the generator are examined. This is basically a simulation of on-line generator monitoring and adjusting the PQ diagram to the real parameters.

The limits of the capability chart of the generator are [1]:

- rated field current limit (maximum and minimum),
- rated stator current,
- rated (maximum and minimum) output power determined by the power of the turbine,
- thermal limit of the stator end zone,
- natural stability limit with a reserve of 5-10%.

II. MATHEMATICAL MODEL OF THEORETICAL PQ DIAGRAM

A classical capability PQ diagram is obtained from the voltage phasor diagram by dividing every phasor by corresponding impedance, which causes phasor rotation for 90^o. By multiplying this diagram with current phasors, the power phasor diagram is obtained, in which the vertical axis represents the active power P, and the horizontal axis represents the reactive power Q [3].

A. Output Power Limits Due to the Turbine

A PQ diagram needs to plot the actual limits of the maximum and minimum powers as defined by the performance of the machine – the turbine. This way the limitation of the maximum power will be defined twofold, depending on the relation between the power of the turbine (P_{nT}) and the rated power of the generator (P_{nG}). If the power of the turbine exceeds the power of the generator ($P_{nT}>P_{nG}$), then $P_{max}=P_{nG}$. If the opposite is valid, i.e. $P_{nT}\leq P_{nG}$, then $P_{max}=P_{nT}\cdot\eta_G$ [1]. This limit is marked in Fig. 1 with a red horizontal line.

The minimum power is only limited by the requirements of the turbine. In some types of turbines this limitation does not exist (Pelton turbine), whereas in others (Kaplan, Francis, etc.) the minimum output remains within 5% to 30% of the rated output. This limit can be plotted as $P_{min}=P_{Tmin}\cdot\eta_G$ [4].

B. Rated Stator Current Limit

The manufacturer guarantees that the generator can permanently deliver the rated apparent power (S_n) to the network, at lower and higher voltages than rated. The limits of variation of the rated terminal voltage are (0.95-1.05)U_n, (0.925-1.025)U_n or (0.9-1.1)U_n [1]. At a higher voltage ($U>U_n$) it is permitted for the generator to operate at the rated armature current, and not the maximum permitted current. In this operating zone armature current is limited to rated value to prevent overheating of the armature winding [2]. The field current in this region is less than the rated values except at the rated power factor.

The stator current limit is plotted on the PQ diagram as a semi-circle with its centre at the originating point and radius S_n, as shown in Fig. 1. Then the rated operating point can be determined by the intersection between maximum power limit and armature semi-circled limit.

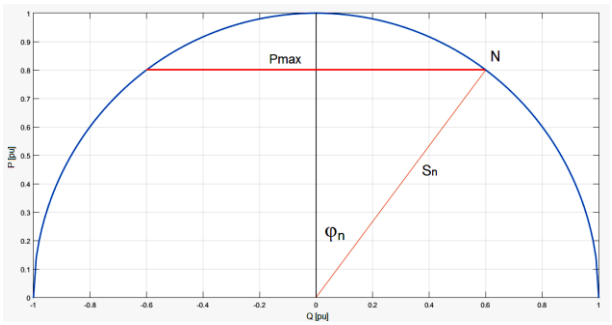


Fig. 1. Output active power limit and rated stator current limit.

C. Rated Field Current Limit

The excitation limit curve is determined in a similar procedure as the maximum armature current. The condition is that at the rated operating point the generator can operate at the particular voltage range. This field current limit consists of two curves (maximum and minimum), which show the relationship between active and reactive power in case of constant excitation voltage, i.e. constant field current [1]. This *P=f (Q)* curves, known as Pascal curves, can be mathematically expressed as in Eq. (1) – (4) [2]. The curve which limits the maximum allowed constant field current is obtained for $E=E_{max}=E_{0n}$, i.e. for $I_f=I_{f\,max}=I_{fn}$.

$$P = \frac{EV}{x_d}\sin\delta + \frac{V^2}{2}\cdot\frac{x_d - x_q}{x_d \cdot x_q}\sin 2\delta \qquad (1)$$

$$Q = \frac{EV}{x_d}\cos\delta - \frac{V^2}{x_d} + V^2 \cdot \frac{x_d - x_q}{x_d \cdot x_q}\sin^2\delta \qquad (2)$$

$$E = V\cos\delta + x_d I \sin(\varphi + \delta) \qquad (3)$$

$$\delta = arctg\frac{I\cos\varphi}{V/x_q + I\sin\varphi}, \qquad (4)$$

where V is the generator's phase voltage, δ is the load angle φ is the angle between stator voltage and current, x_d and x_q are synchronous reactances, given as construction parameters. If the stator windings are Y connected, then $V_n=U_n/\sqrt{3}$.

The procedure for plotting Pascal curves on the PQ diagram is described in the following steps [3]:

- a semi-circle for E=0 is plotted with its centre on the abscissa point $C\left(-\frac{V_n^2}{2}\cdot\frac{x_d+x_q}{x_d\cdot x_q},0\right)$ with radius $R=\frac{V_n^2}{2}\cdot\frac{x_d-x_q}{x_d\cdot x_q}$. Thus, points A and B can be determined as shown in Fig. 2: $A_x(-V_n^2/x_q,0)$ and $B_x(-V_n^2/x_d,0)$;
- from point A lines are drown at load angles from 0 to δ_n;
- on these lines, from their intersection with circle E=0, the values of $V_n\cdot E_{max}/x_d$ and $V_n\cdot E_{min}/x_d$ are marked;
- by connecting these dots two Pascal curves are obtained: for maximum and minimum permitted constant excitation (I_{fmax} and I_{fmin}) at voltages E_{max} and E_{min}, as shown in Fig. 2 and Fig. 3 respectively.

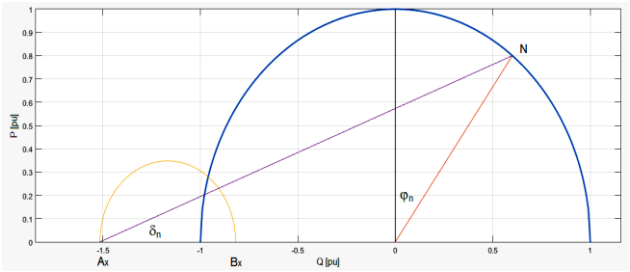


Fig. 2. Limit for E=0, i.e. I_f=0.

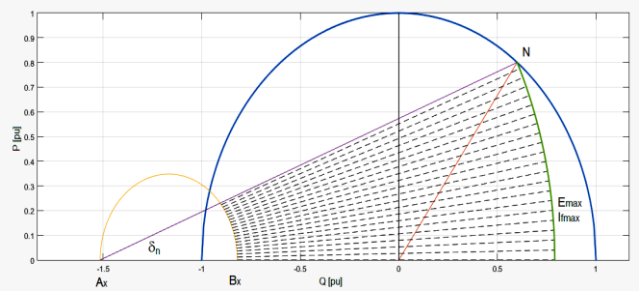


Fig. 3. Pascal curve for E_{max}, i.e. I_{fmax}.

The excitation of the generator often cannot be lower than a certain value due to the characteristics of the excitation system. This may involve the operating stability of the excitation regulator at lower excitation voltages, or limited exciter performance. This is also a Pascal curve determined for the minimum induced voltage which is allowed, calculated from Eq. (5), where the *k*-factor is *k*=0-0.3 [2].

$$E_{\min} = k \cdot E_{\max}, \tag{5}$$

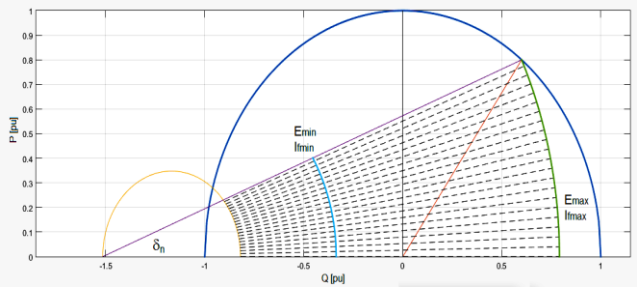


Fig. 4. Pascal curve for E_{min}, i.e. I_{fmin}.

Another mathematical model for exact representation of Pascal curves is obtained when Eq. (1)-(2) are transformed into polar coordinate system, as shown in Eq. (6)-(7) [5]:

$$P = k \cdot \sin\theta + a \cdot \sin(2\theta) \tag{6}$$

$$Q = k \cdot \cos\theta + d \cdot \cos^2\theta + Q_0, \tag{7}$$

where θ is a parameter, a and Q_0 are constants, and k is proportional to the induced voltage E, i.e. to the excitation current. These factors can be calculated using Eq. (8).

$$k = \frac{EV}{x_d};\ a = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{x_d - x_q}{x_d \cdot x_q} V^2;\ Q_0 = -\frac{V^2}{x_q} \tag{8}$$

D. Natural Stability Limit

For a particular constant excitation current, a maximum output active power could be supplied to the grid. Starting from the relations which show the dependence of the active and reactive power on the load angle (Eq. 1 and 2), the breakover angle can be determined, for which $P=f(\delta)=P_{max}$ is reached. With further load angle increase, i.e. further increase of the mechanical input power to the generator, the electromagnetic torque is no longer in balance with the mechanical torque and the generator slips out of synchronism. The theoretical stability limit is expressed by Eq. (9)-(10), as a parametric curve [5], and it connects the maximum points on each Pascal curve, as shown in Fig. 5.

$$P_{TSL} = \frac{\sqrt{2}\sqrt{k\sqrt{k^2+8d^2}+4d^2-k^2}\cdot(\sqrt{k^2+8d^2}+3k)}{16d} \tag{9}$$

$$Q_{TSL} = \frac{k\sqrt{k^2+8d^2}+4d^2+8dQ_0-k^2}{8d} \tag{10}$$

Basically, this limit does not provide safe conditions for generator operation, because a slight load increase could easily cause slipping out of synchronism. Thus, a practical limit of stability is determined, by plotting several curves for the constant excitation, as described in *C*, lowered from the vertex of each constant excitation curve (theoretical limit of stability) by $0.1 \cdot S_n$, and connecting all the points with a smooth curve, as shown in Fig. 5.

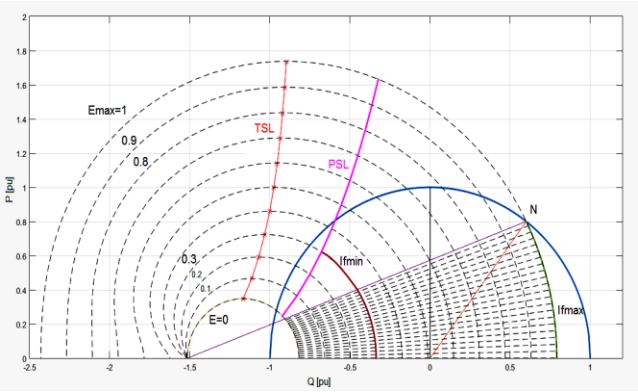


Fig. 5. Theoretical and practical stability limit.

Finally, by connecting all the previous limits, the theoretical PQ diagram of the generator is determined. In Fig. 6 the PQ diagram of the synchronous generator installed in Globochica hydro power plant is shown. Generator parameters are: S_n=26MVA, U_n=10.500V, I_n=1.430A, $cos\varphi_n$=0.8, x_d=1.22, x_q=0.66 [6].

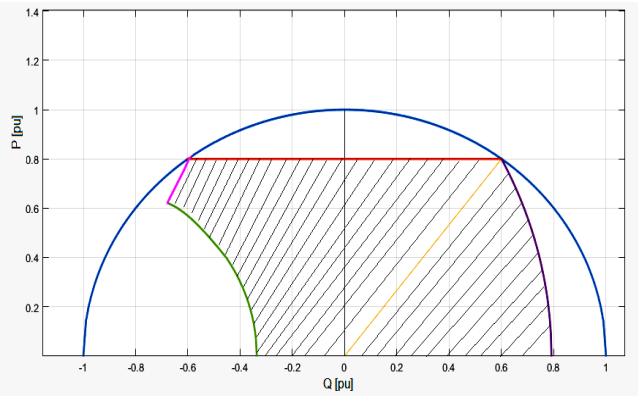


Fig. 6. PQ diagram of the generator in HPP Globochica.

III. PQ DIAGRAM INTERPRETATION

From the PQ diagram of a synchronous generator several parameters relevant to its operation can be determined. Considering its operating point, the active and reactive power can be calculated, power factor, load angle, excitation current, etc., and the generator's stability could be estimated. The zone at the right side of the active power axis represents the operation in inductive regime with production of reactive power; the zone at the left side of the active power axis (*P*-axis) represents the operation in capacitive regime with absorption of reactive power.

Operation in an inductive regime (over excitation) is conditioned by the field current limit and the stator current limit determined from the condition of non-surpassing the admissible temperatures. The inductive limit is obtained through a calculation, where the rated parameters, including the synchronous reactance of the generator, are included [1].

Operation in a capacitive regime (under excitation) is conditioned by the supplementary electric losses in the frontal zone of the stator, especially the stator core press plate, fingers and stepped teeth respectively (the first sheets packs with retracted steps), and by the static stability limit.

The most important modification in the capacitive regime is that the armature reaction flux is summed with the excitation flux, resulting in an increased main flux. Consequently, the leakage fluxes in the frontal zone of the stator teeth will increase and saturate the retaining rings and the local losses and heating will increase [1], [7].

IV. PQ DIAGRAM MODEL IN MATLAB

This approach to plotting the PQ diagram is valid if the generator is connected to an infinite bus-bar with the constant voltage, and if the direct-axis synchronous reactance is constant. However, in practice the infinite bus-bar assumption is not valid because of the armature voltage variation with the operational point due to non-negligible impedance of the power network, which especially refers to large units. Moreover, the assumption of $x_d=const$ is also not valid. As today's machines are designed with a certain amount of the magnetic saturation due to economic reasons, the magnetic saturation level also varies with the machine's operational point [8].

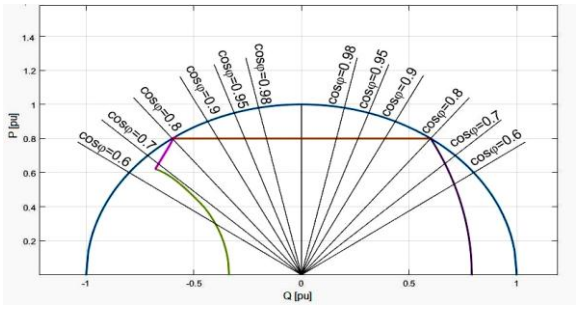


Fig. 7. PQ limits for different power factors.

The mathematical model explained previously is implemented in MATLAB software environment, for obtaining a sophisticated visual representation of the PQ diagram. All of the figures presented in this paper are plotted step by step using the MATLAB model. The diagram is drawn in per units, for S_n and U_n given as base values. In Fig. 7 on the diagram several lines are presented for different power factors, so the user can easily determine generator operating parameters.

V. CONCLUSION

In this paper a mathematical approach for designing the PQ diagram of a synchronous generator was presented. This theoretical capability curves define the area in which generator's operation is stable, thus allowed temperature limits of generator's active parts will not be exceeded. Knowing the possibilities of each production unit is very important from technical and economical aspects, so generator's reliability and its operation control could be improved.

For better representation of the PQ diagram a MATLAB model was developed. It allows the user to change certain parameters, such as excitation current and load current, which is a simulation of generator's real operation. Thus, the model adjusts the PQ diagram to the present values. Also for different power factors, the active and reactive power which are produced and/or absorbed could be determined.

REFERENCES

[1] Working Group A1.38, "*Generator On-Line Over and Under Excitation Issues*", Technical Brochure CIGRE, June, 20015.

[2] I. Ilić, et. all, "Methodology for Determining the Actual PQ Diagram of a Hydrogenerator", *Energija*, vol. 56(2007), no. 2, pp. 144-191.

[3] D. Pejovski, K. Najdenkoski, M. Ilieva, "Analysis of Synchronous Generator Energy Efficiency in SHHP Jablanica Using PQ diagram" in *Proc. 9th Conference of the Macedonian National Committee in CIGRE- MAKO CIGRE*, 27-29 September 2015, pp.142-149.

[4] "Estimating Generator Capability Curves", University of Wisconsin-Madison, 22 April, 2015.

[5] D. Jankoski, "Curves of Constant Hydrogenerators Excitation and Their Graphical Representations", *Proc. 2nd Conference of the Macedonian National Committee in CIGRE- MAKO CIGRE*, September 2002, pp.

[6] Regulatory Commission for Energy of RM, "*Decision for Changing the License for Electrical Energy Production*", 24.12.2014.

[7] J.Y. Jackson, "Interpretation and Use of Generator Reactive Capability Diagrams", IEEE *Transactions on Industry and General Applications*, vol, IGA-7, no.6, November/December 1971, pp. 729-732.

[8] M. Vrazic, A. Viskovic, Z. Hanic, "User PQ diagram as a Part of a Synchronous Generator Monitoring System" in *Elektronika ir Elektrotechnika*, vol. 20, no.4, 2014, pp. 33-38.

Master studije u Rusiji

Nikola Popović

Sažetak –U ovom radu dat je kratak opis utisaka o master studijama u Moskvi, i način na koji sam stekao stipendiju ruskog Ministarstva obrazovanja i nauke.

I. MOTIVACIJA ZA NASTAVAK STUDIJA U MOSKVI

Studije u inostranstvu. Mnogima ovo zvuči tako daleko, tako teško i neostvarljivo. Ali činjenica je, da se do stipendije može doći bez velikih muka (ako vam učenje nije teško). Za studente iz Srbije, postoji ogroman broj izvora stipendija, grantova, besplatnih kurseva, što u zemljama Evropske Unije što van nje. Ja sam se odlučio za one van EU. Već u gimnaziji sam dobio želju da posetim daleku Rusiju, da je vidim svojim očima i lično upoznam, da uporedim svoja mišljenja sa stvarnošću koja bi me zatekla. Ruski jezik mi je oduvek bio zanimljiv, mada nikada nisam imao mogućnosti da se sretnem sa njim (do pre par godina, znao sam svega desetinu reči), pa samim tim i da ga naučim. To se sve promenilo po završetku treće godine osnovnih studija na elektronskom fakultetu u Nišu. Pošto sam u junskom roku uspeo da „očistim“ sve ispite, imao sam nekoliko meseci da se posvetim čemu god sam hteo. Rešio sam da preko leta zaradim džeparac na crnogorskom primorju. Nisam ni slutio koliko će mi to promeniti život. Ubrzo posle toga kako sam počeo da radim, upoznao sam se sa jednom prelepom ruskinjom koja me je očarala. Razgovarali smo nekim improvizovanim srpsko-ruskim jezikom, i naravno na engleskom. Po njenom povratku u Moskvu, poslala mi je jedan udžbenik ruskog jezika za strance. Tako sam i počeo da učim jezik, čitao udžbenik (pisan je na engleskom i ruskom jeziku), pisao reči i rečenice, slušao dijaloge i naravno razgovarao sam mojom ruskinjom. Vrlo brzo sam savladao gramatiku (koliko god da postoji uvreženo mišljenje da ruski ima težu gramatiku, odgovorno mogu reći da je srpska teža), naučio veliki broj reči, počeo da sklapam rečenice sam i bez grešaka što mi je bilo posebno drago, i predstavljalo dodatnu motivaciju za dalje učenje. Već u decembru iste godine sam počeo da razmišljam o mogućnosti nastavka studija u Rusiji, i vrlo brzo sam našao ustanovu Ruski Dom, koja predstavlja posrednika između ruskog ministrastva obrazovanja i naše zemlje. Na njihovom sajtu sam pronašao informaciju da njihovo ministarstvo obrazovanja daje 20 stipendija našim studentima na osnovnim, master i doktorskim studijama. Tada sam i rešio da želim da konkurišem za njihovu stipendiju. Znao sam da imam velike šanse kao student jednog od najbolji tehničkih fakulteta u zemlji, pošto uglavnom konkurišu studenti sa društvenih fakulteta. Procedura za dobijanje dokumentacije je prilično jednostavna, a najviše vremena je potrebno ya lekarska uverenja i prevođenje dokumenata. Sa fakulteta mi je bilsa potrebna potvrda da sam student završne godine na osnovnim studijama, kao i spisak svih ispita sa ocenama koje sam do tog trenutka položio. Početkom februara sam poslao potrebna dokumenta na adresu Ruskog Doma u Beogradu, i time je počelo iščekivanje rezultata. Rezultate sam dobio tek početkom maja, tako da su mi ta tri meseca vrlo dugo trajala, mada sam bio duboko uveren da ću sigurno dobiti stipendiju. Na kraju je moje čekanje bilo nagrađeno, dobio sam stipendiju za master (magistarske u Rusiji) studije u Moskvi, na Univerzitetu MIREA (Moskovski Institut Radiotehnike, Elektronike i Automatike), na smeru „nanotehnologije i mikrosistemna tehnika“. Odlučio sam se za ovaj smer jer sam na elektronskom fakultetu završavao smer „elektronske komponente i mikrosistemi“. Sa uspešno završenim studijama u Nišu, sledeći korak su bile pripreme za odlazak na studije u Rusiju. Znao sam da je septembrar u Moskvi hladniji od našeg, a kako vreme bude odmicalo sigurno neće biti toplije, bar ne do proleća. Zato sam i sa sobom najviše poneo toplu odeću i obuću. Nakon toga je trebalo još i psihički se spremiti za odlazak na pola godine, do zimskog raspusta.



Slika 1. Kompleks Univerziteta MIREA.

U Rusiji školska godina na univerzitetima počinje 1. septembra, odnosno ujedno kreće nastava u školama i

Nikola Popović je student master studija na Moskovskom tehničkom univerzitetu, Moskva, Rusija. E-mail: dgzeta@gmail.com

univerzitetima. Krajem januara počinje raspust i traje dve nedelje, dok tačan datum zavisi od ustanove do ustanove. Letnji semestar počinje sredinom februara i traje do sredine juna. Već krajem avgusta sam se pozdravio sam svojim bližnjima i drugovima. Rastanak je bio težak, ali je tu tugu ublaživala i pretvarala u uzbuđenost činjenica da ću uskoro videti neki drugi svet, drugu zemlju i ljude.

II. NOVI POČETAK

Po sletanju, na aerodromu me je čekala moja prelepa ruskinja sa najboljom drugaricom. Kolima smo se vozili sigurno dva sata da bi stigli do mog budućeg univerziteta (aerodrom na koji sam sleteo i univerzitet se nalaze u istom delu grada). Već tada sam počeo da shvatam koliko je zapravo Moskva ogroman grad. Ubrzo po javljanju na budućoj katedri, predao sam dokumenta sa prevodom na ruski (pasoš, diploma i lekarska uverenja) i dobio privremenu propusnicu za fakultet. Na ruskim univerzitetima je nemoguće proći ulaz bez propusnice, usled terorističkih napada koji su bili aktuelni u prvoj deceniji 21. veka, i na taj način se svaki student i saradnik može proveriti. Nakon toga sam dobio uputstva i dokument kojim sam imao pravo na smeštaj u studentskom domu budućeg univerziteta. Sam dom se nalazi na nekih pola sata vožnje automobilom od univerziteta, tako da mi je i to bilo čudno u početku, s obzirom da sam znao da se studentski dom u Nišu nalazi tik uz Elektronski fakultet. Tamo sam se upoznao sa vrlo prijatnim upravnikom studentskog doma, koji se vrlo prijatno iznenadio kada je dobio studenta iz bivše Jugoslavije, jer tako nas većina starijih još uvek i pamti. Smeštaj sam delio sa Jurijem, studentom sa više godine magistarskih studija. Na spratu gde sam bio smešten, u susednim sobama su bili smešteni svi „strani“ studenti, kao i sam moj „cimer“. Ispostavilo se da su svi budući susedi bili iz raznih republika bivšeg Sovjetskog Saveza, Ukrajine, Belorusije, Kazahstana, Turkmenistana, Uzbekistana... Vrlo brzo sam se sprijateljio sa njima i često smo razgovarali o jeziku, običajima, društvu zemalja iz kojih smo došli.

III. NOVI UNIVERZITET, NOVI PROFESORI

Sam smeštaj je bio bolji nego što sam očekivao za uslove Rusije, ali je opet znatno nižeg standarda nego kod nas. Na svakom spratu je bilo po šest soba sa različitim brojem kreveta, i obično se smeštaj dobijao u zavistnosti od godine studija i statusa studenta, odnosno starije godine i stranci su dobijali smeštaj sa manjim brojem kreveta. Kupatilo je zajedničko za tri sobe, tako da je nekada bilo problema sa tim, ali se i na to brzo navikne. Kuhinja je bila zajednička za ceo „ulaz“ kako se kaže na ruskom, jer je sam dom jedna zgrada podeljena na nekoliko delova sa posebnim ulazima. Svaki ulaz je opremljen i veš mašinama, pri čemu se pranje veša plaćalo po 100 rubalja, što bi bilo ekvivalento 150 do 160 dinara. Dom ima svoje obezbeđenje i potpuno je ograđen, tako da postoji samo jedan ulaz na teritoriju doma, pri čemu je svaki student obavezan da pokaže svoju legitimaciju obezbeđenju pri ulasku. U blizini doma se nalazi i sportska sala, odnosno teretana i bazen, koje svi studenti iz doma mogu besplatno da posećuju. Prednost doma je bila i „blizina“ metroa. Do metro stanice „Univerzitet“ laganim hodom se može doći za pola sata, autobusom za 5 minuta, a zatim metroom dve stanice do stanice „Jugo-Zapadnaja“ gde se i nalazio moj univerzitet.

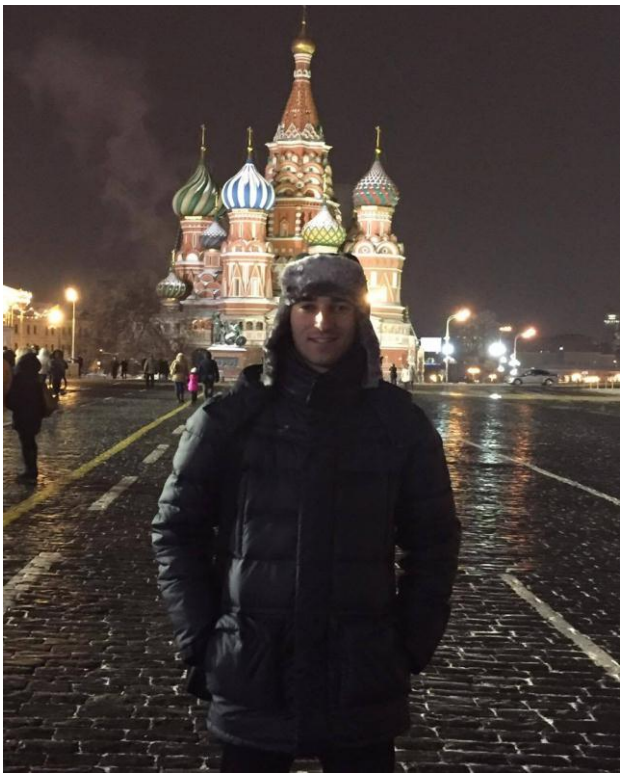


Slika 2. Studentska legitimacija i indeks

Kako studije počinju već od 1. Septembra, ubrzo sam se upoznao sa kolegama i profesorima koji će nam držati predavanja. Predavanja su držana u večernjim časovima, odnosno od šest sati posle podne, kako bi studenti mogli da za vreme studija i da rade. Jedno predavanje traje 90 minuta, odnosno blok od dva školska časa iliti „para“ na ruskom. Ova novina u odnosu na naš sistem mi je bila vrlo čudna i bilo mi je potrebno par meseci da se naviknem u potpunosti. Pauza između predavanja je trajala samo 5 minuta, što mi je opet bilo neverovatno, upoređujući sa našim pauzama. Kolege su se isto tako čudile kada sam im pričao kako je to kod nas u Srbiji. Sistem ocenjivanja se ovde takođe razlikuje od našeg, makar na višem obrazovanju. Ocene se kreću od 1 kao najslabije do 5 kao najbolje. Takođe ono što mi je bila novina, je to da profesor ne daje studentima svoje beleške odnosno knjigu, uz pomoć kojih drži nastavu. Student mora sam da vodi svoje beleške, a ja kao student kome ruski jezik nije maternji, imao sam poteškoća u početku da zapišem svaku reč profesora, mada sam i to vremenom savladao. Profesori ipak daju „pomoćnu literaturu“, neka vrsta uprošćenih beleški. Zbog toga studenti moraju sami da traže dodatne izvore informacija, što iz univerzitetske ili druge stručne biblioteke, što na internetu. Na ovaj način se vrši motivacija studenata da budu što nezavisniji, i daje do znanja da profesor nije jedini izvor informacija. U zgradi univerziteta studentima je na raspolaganju odlično opremljena biblioteka, sa opširnim katalogom stručne literature, kompjuterima sa dostupom internetu, prostranom i prijatnom čitaonicom i klubovima čitalaca za one koje vole i nešto van stručne literature.

IV. ZAKLJUČAK

Univerzitet nije jedino mesto gde se može naučiti nešto novo. Moskva je ogroman grad, i poseduje neverovatan broj muzeja, galerija, teatara, prelepih crkava i hramova. Svima nadaleko poznat Crveni Trg i Kremlj predstavljaju centar grada, i ovde je uvek puno turista ali i samih moskovljana, koji žele da se naslade pogledom na jedan od najznamenitijih hramova, hram Vasilija Blaženog, zatim zgrada muzeja rata iz 1812. godine.



Slika 3.Hram Vasilija Blaženog na Crvenom Trgu.

U Moskvi postoji nešto za svakoga, nikad vam ne može biti dosadno ili nezanimljivo.



Slika 4. Metro stanica Komsomoljskaja.

U Moskvi je takođe mnogo naših sugrađana, koji su ovde došli da rade a veći deo njih se i preselio, tako da je ovde zajednica Srba veoma aktivna. Postoji na desetine srpskih restorana sa srpskom i balkanskom kuhinjom, ali sve je popularnija i naša „brza hrana“, zatim postoji jedno naselje gde živi većina Srba kako bi oni što bolje održavali kontakte između sebe, kao i srpska crkva posvećena svetim apostolima Petru i Pavlu, koja je izgrađena 1700. godine, i nalazi se kod Jauzskih vrata. Zbog sličnog jezika i iste vere, kao i velikog broja istih stavova, Rusi smatraju Srbe za prijatelje u Slovenskom svetu, naročito nakon poslednjih nekoliko godina kada su Rusiji uvedene brojne sankcije. Zbog svega toga ovde će vas uvek dočekivati sa gostoprimstvom i prijateljskim osmehom.

LITERATURA

[1] Moskovski Tehnički Univerziteta: https://www.mirea.ru

Kolo za detekciju mobilnih telefona

Milan Lazić, Miljana Lj. Milić

Sadržaj - U ovom radu opisan je postupak projektovanja detektora aktivnih mobilnih telefona, njegov način rada, kao i realizacija sistema. Sistem se bazira na osetljivost kola na RF signale koje šalje i prima mobilni telefon kada stupa u komunikaciju sa drugim korisnicima (bilo glasovnu, video ili sms komunikaciju).

I. UVOD

Danas, sve veći i brži razvoj elektronske opreme donosi i sve veću zloupotrebu iste. Načini na koje se elektronska oprema može zloupotrebiti raste uporedno sa razvojem različitih uređaja koji su sve moćniji i imaju mnogobrojne funkcije. Na vrhu liste ovih uređaja se naravno nalaze današnji mobilni telefoni. Da bi izbegli nedozvoljeno korišćenje mobilnih telefona predstavljamo projekat pod nazivom **Cell phone detector** [1], [2].

Cell phone detector je sistem, veličine uglavnom džepnog ili ručnog uređaja, koji ima sposobnost detektovanja prisustva aktivnog mobilnog telefona sa distance do 1.5 metara (primeri prikazani na slici 1).



Slika 1. Izgled tipičnih ručnih i džepnih uređaja za detekciju.

Može se koristiti za prevenciju nedozvoljenog korišćenja mobilnih telefona u ispitnim salama, poverljivim (tajnim) sobama, hramovima, kancelarijama, teatrima itd. U takvim situacijama ovako kompaktan i jednostavan uređaj pogodan je za pronalaženje i sprečavanje korišćenja telefona.

Milan Lazić je student na modulu Elektronika i mikroprocesorska tehnika, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: milanlaza@hotmail.com

Miljana Milić je docent na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: miljana.milic@elfak.ni.ac.rs

Glavni zadatak uređaja jeste da u svakom trenutku bude osetljiv na signale koje mobilni telefon može da šalje, odnosno osluškuje i da u slučaju detektovanja signala alarmira korisnika.

II. NAČIN FUNKCIONISANJA UREĐAJA

Mobilni telefoni za transmisiju koriste RF signale (mikrotalasni region) frekvencije od 0.8 do 3.5GHz sa talasnom dužinom od 3.3 do 10cm. U Srbiji tehnologije koje se koriste u mobilnoj telekomunikaciji obuhvataju samo 900/1800/2100 MHz što je tabelarno prikazano na slici 2 [3], [4], [5]. Ovakvi signali visoke frekvencije nose ogromnu količinu energije pa nam za detektovanje ovih signala treba uređaj koji je osetljiv upravo na ove frekvencije.

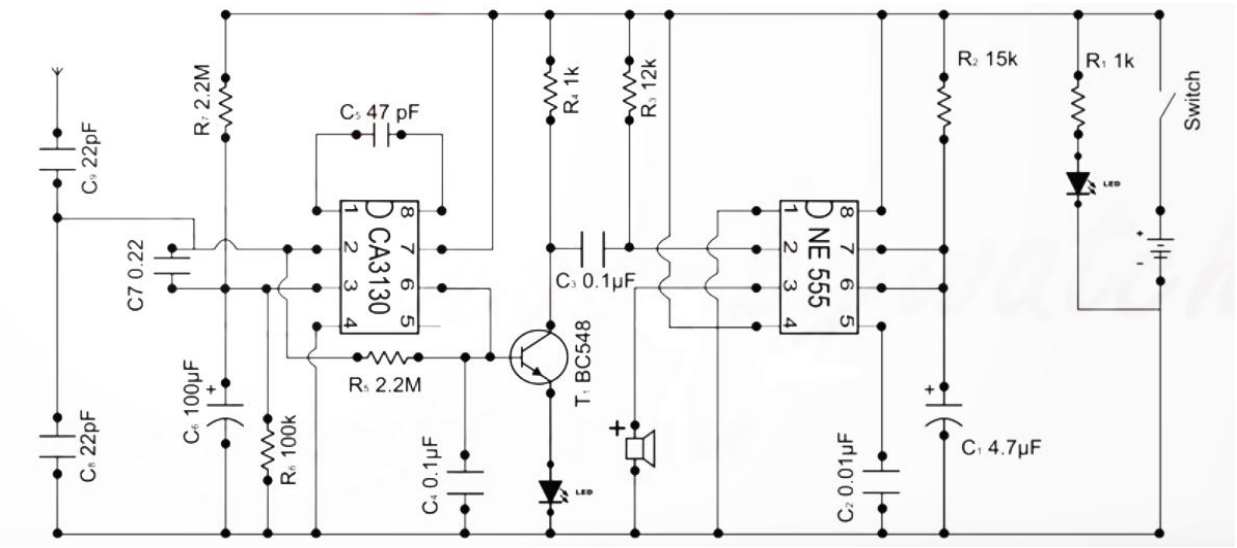
1	mts	900/1800 MHz – 2G (GPRS, EDGE) 900/2100 MHz – 3G (DC-HSPA+) 800/1800 MHz – 4G (LTE, LTE-A)	40% (January 2016)
2	Telenor	900/1800 MHz – 2G (GPRS, EDGE) 900/2100 MHz – 3G (DC-HSPA+) 800/1800 MHz – 4G (LTE, LTE-A)	35% (January 2016)
3	vip	900/1800 MHz – 2G (GPRS, EDGE) 900/2100 MHz – 3G (DC-HSPA+) 800/1800 MHz – 4G (LTE, LTE-A)	25% (January 2016)

Slika 2. Tabela mobilnih mreža koje se koriste u Srbiji.

Kada mobilni telefon započne slanje (bilo da je u pitanju poziv, SMS ili video prenos), čak i kada je postavljen na "Silent mode" kroz prostor se širi signal u obliku sinusoide noseći potrebne informacije do bazne stanice od koje će dalje biti slane sve do korisnika kome su namenjene. Jedan od glavnih faktora od koga zavisi frekvencija transmisije a ujedno i količina energije koju nosi signal jeste udaljenost telefona od bazne stanice ili predajnika. U suštini, što je telefon bliži stanici ili predajniku to je manje energije potrebno signalu.

Da bi predloženi uređaj bio osetljiv na ove signale njegovo kolo sadrži disk kondenzator od 0.22 μF koji ima osobinu da osciluje i generiše struju. Kada se uređaj nađe u dometu telefona u aktivnom slanju signal visoke energije pobuđuje ovaj osetljivi kondenzator. Upravo ovaj kondenzator je izabran zbog njegove male vrednosti i velike površine što mu daje mogućnost da prihvati energiju sa signala koji šalje mobilni telefon.

Da bi se signal što bolje detektovao ovaj osetljivi deo sa kondenzatorom treba da se ponaša u kolu kao mini antena (slično kao dipol antena kod TV prijemnika). Jedan pin kondenzatora povezan je na pozitivnu liniju napajanja tako da dobija potrebnu struju za skladištenje, a



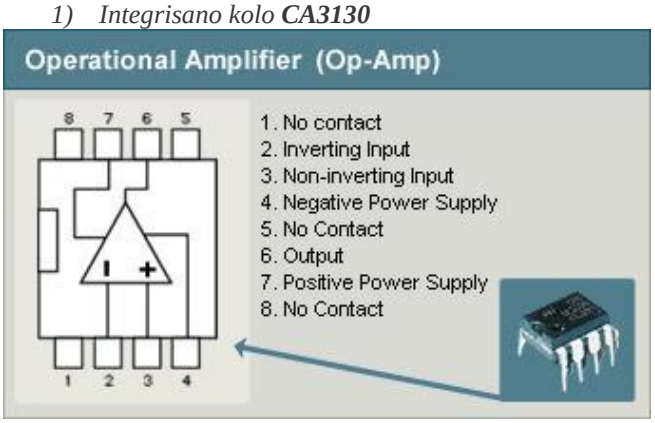
Slika 3. Električna šema detektora

drugi na invertovani ulazni pin integrisanog kola CA3130 [6]. Oko kondenzatora postojaće prirodno elektromagnetno polje od 50Hz stvoreno zbog električne mrežne instalacije.

U trenutku kada mobilni telefon emituje pulseve visoke energije kondenzator će oscilovati i otpustiti skladištenu struju na ulaz CA3130. Ostatak kola (prikazano na slici 3) će dalje učiniti da se ova detekcija prikaže korisniku vizuelno (zelenom LED diodom) i zvučno (pištanjem zvona), što je detaljnije opisano u sledećem delu.

III. ANALIZA UPOTREBLJENIH KOMPONENTI

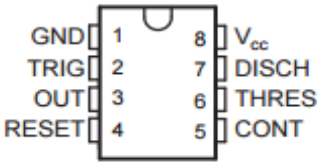
*1) Integrisano kolo **CA3130***



Slika 4. Izgled operacionog pojačivača CA3130.

Ovo integrisano kolo predstavlja BiMOS operacioni pojačivač sa MOSFET ulazima i Bipolar izlazom. Ulazi sadrže MOSFET tranzistore kako bi se postigla velika ulazna impedansa i veoma niska ulazna struja (čak do 10pA). Veoma je brz što je pogodno za naš uređaj.

*2) Integrisano kolo **NE555 Timer*** [7]



Slika 5. Kućište NE555 Tajmera i raspored pinova.

Ovo kolo je visoko stabilni kontroler koji ima mogućnost da proizvede veoma ujednačene impulse. NE555 ima mnogo funkcija, ali nama je potreban samo za pobuđivanje zvona. Kao što se vidi na slici 2 izlaz tajmera (pin3) je direktno povezan na buzzer.

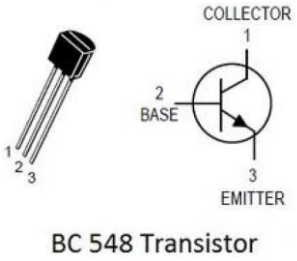
3) Piezzo Buzzer



Slika 6. Izgled piezzo buzzera.

Alarm je u obliku električnog zvona koje se najčešće vezuje za neki tip kontrolera koji će odlučivati kada će se i kako oglasiti zvučni signal iz buzzera.

*4) **BC548** tranzistor* [8]



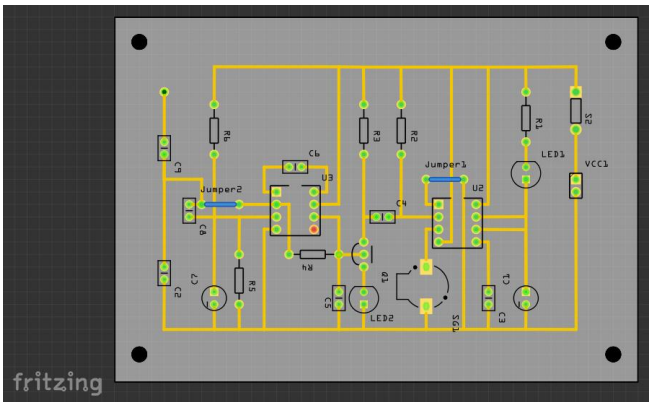
Slika 7. BC548.

IV. POSTUPAK PROJEKTOVANJA I REALIZACIJA

Za realizaciju ovog projekta potrebne su sledeće komponente:

- PCB
- CA3130
- NE555 Timer
- Baterija od 9V sa kapicom
- Otpornici (2x 2.2MΩ, 2x 1kΩ, 15kΩ, 12kΩ, 100kΩ)
- Kondenzatori (2x 22pF, 2x 0.1μF, 0.22μF, 100μF, 47pF, 4.7μF)
- BC548
- Dve LED diode (crvena i zelena)
- Piezo buzzer
- Prekidač

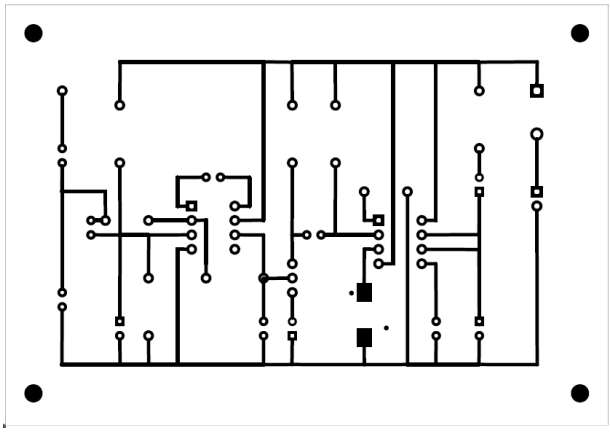
Prvi korak u realizaciji jeste pravljenje crteža sa rasporedom bakarnih linija i stopica u koje se leme pinovi komponenata. Nekada se to radilo ručno a danas uz pomoć programskih paketa možemo dobiti savršen raspored komponenata kako bi smo uštedeli na materijalu. Za crtanje PCB šeme ovog projekta korišćen je programski paket *Fritzing* [9].



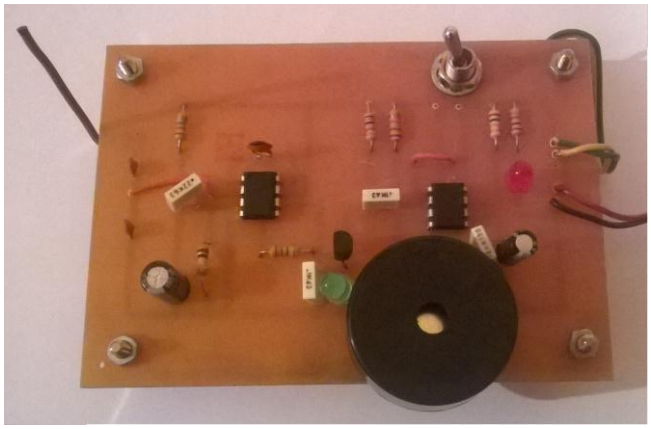
Slika 8. PCB view iz Fritzinga.

Sledeći korak je da se dobijeni crtež iz fritzinga prenese na PCB (koristi se verzija crteža pod nazivom copper_top koja je prikazana na slici 9) i da se postupkom nagrizanja nezaštićenog bakra ukloni sve osim linija i kontaktnih tačaka.

Poslednji korak je postavljanje komponenti u odgovarajućim vijama PCB-a i njihovo lemljenje. Radi pojednostavljenja upotrebe i uštede materijala switch je ugrađen na gornjoj ivici PCB-a, kao što se vidi na slici 8, dok su na pinovima namenjenim za napajanje zalemljene zice radi lakšeg povezivanja sa baterijom, što se takođe može videti na slici 10.



Slika 9. Copper top crtež iz Fritzinga korišćen u procesu realizacije ovog projekta.



Slika 10. Izgled ploče nakon povezivanja komponenti.

V. DEMONSTRACIJA

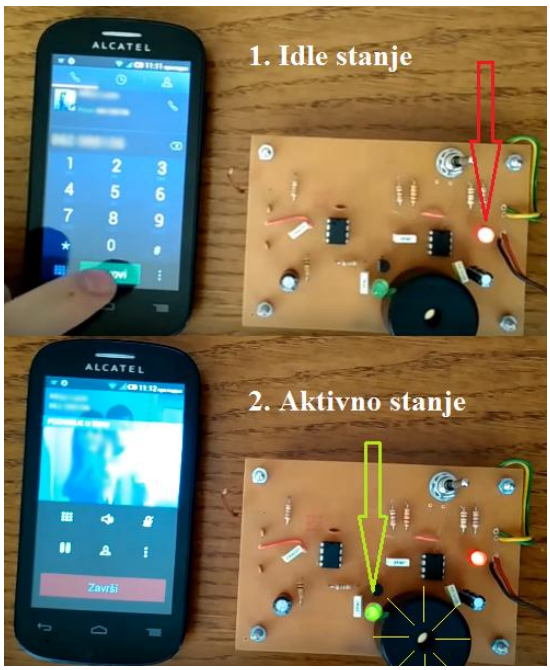
Demonstraciju rada uređaja najbolje možemo prikazati video snimkom. Link sa demonstracijom je: https://www.youtube.com/watch?v=RAHoGVgzFKI

Demonstracija rada uređaja prikazana je i slikovno na slici 11. Prvi deo slike prikazuje idle stajne uređaja što znači da će svetleti samo crvena dioda koja pokazuje da li je napajanje priključeno.

Drugi deo prikazuje radno stanje uređaja gde je uspešna detekcija aktivnog mobilnog telefona prikazana treptanjem zelene diode i pištanjem buzzera.

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je postupak projektovanja diskretnog sistema za detektovanje aktivnih mobilnih telefona. Uređaj je zasnovan na korišćenju tajmer NE555 integrisanog kola. Nakon svih faza projektovanja i izrade kola, demonstrirano je da je dobijeno kolo potpuno funkcionalno.



Slika 11. Print screen demonstracije rada uređaja.

ZAHVALNICA

Za podršku u realizaciji ovog projekta se zahvaljujemo Elektronskom fakultetu iz Niša.

LITERATURA

[1] http://www.electroschematics.com/1035/mobile-bug-detector-sniffer/
[2] https://www.elprocus.com/how-cell-phone-detector-works/
[3] www.mts.rs
[4] www.telenor.rs
[5] www.vip.rs
[6] CA3130: http://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/ca31/ca3130-a.pdf
[7] NE555: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf
[8] BC548: http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/150/128380_DS.pdf
[9] Programski paket Fritzing: http://fritzing.org/

ECG Noise Cancellation Using Adaptive Filters

Predrag Cvetanović

Abstract – Electrocardiography (ECG) is a non-invasive technique which is used for reading the electrical activity of the heart. It can be detected by several electrodes attached to the body surface and recorded using an external electronic circuit. This real noise free ECG signal can be used to detect different heart diseases, but a recorded ECG signal is not noise free. Noise existing in ECG signals can be removed using analog devices or using digital filters. As computational microprocessor power increases, the need to remove noise has been shifted to the use of digital filters. One of the very effective digital filters to remove the ECG noise is adaptive filtering techniques. In this paper, several adaptive filtering algorithms are proposed for noise cancellation of ECG signals and determining the accuracy of ECG signal features. Different adaptive filter algorithms used in this research work are Least Mean Square (LMS) and Normalized Least Mean Squares (NLMS).The main focus of this paper is to compare the performance of the proposed adaptive filter to already existing least mean squares filter and demonstrates usage of different adaptive filtering techniques to cancel noise sources from an ECG signal and to accurately detect its characteristics.

I. INTRODUCTION

Electrocardiography (ECG) records the electrical activity of the heart. It can be detected by several electrodes attached to the different positions of the body and recorded by using an external electronic device. It is used as a test to gather information about different heart diseases. A typical ECG signal consists of a P-wave, a QRS complex and a T-wave. Figure 1 below shows the standard noise free ECG signal.

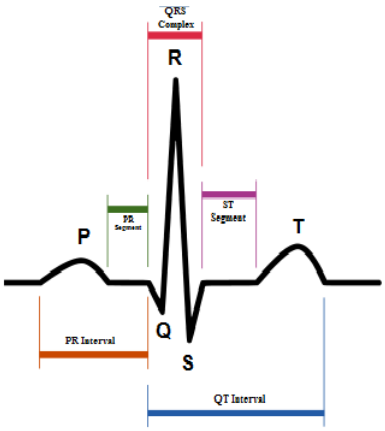


Figure 1. Standard ECG signal

Predrag Cvetanovic is with the Department of Electronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: pcvetanovic@elfak.rs

ECG noise is contributed by environmental and biological sources. In this paper, the cause of each noise source will be discussed:

1.1. Power Line Interference: It is an environmental noise in the ECG that results from poorly grounded ECG recording machine. Because of the alternating feature of the current, this noise appears at 50 Hz and its harmonics.

1.2. Baseline Wander: Baseline drift is a biological noise that appears in ECG signal. In this noise, an iso-electric line shifts its position. It can be caused by moving electrodes, patient movement, improper electrode contact etc. during recording of ECG signal. The adaptive filter that is used to remove this noise is a special case of notch filtering, with a notch at zero frequency to remove 0-0.5 Hz frequencies.

1.3. Motion Artifact: This is most difficult biological noise to cancel. The spectrum of this noise is broad and it completely overlaps the ECG signal spectrum. Linear filtering methods are unable to remove this noise source. Adaptive filter can eliminate this noise source by having the adaptive filter reference input set to an impulse value of 1 that corresponds to the beginning of the P-wave. In this way, adaptive filter only subtracts the P-QRS-T complex from the signal and the remainder will be motion artifact.

1.4. Muscle Artifact: Muscle artifact or electromyography (EMG) comes under the biological noise that appears in the ECG signal. EMG is an electrical potential generated by muscle cells when the cells are neurologically or electrically activated. Muscle artifact can be produced by unwanted reaction to electrodes. To reduce this type of noise, typically more than one ECG lead is used while recording.

1.5. Instrumentation Noise: This is environmental noise source which is generated by hardware that is used for recording of the ECG signal. This noise can be removed using Low noise Amplifiers, hence no digital filtering is needed. A typical noisy ECG signal can include one or more artifacts described above.

Digital filters operate on the signal as a linear system to remove noise. They can be implemented either in hardware or software. Hardware implementation can be performed efficiently in real-time by a DSP processor such as the TMS320C55xx [l]. In addition to this processor, other interfaces (such as analog to digital converter) must be also provided, depending on the type of data source. On

the other hand, software implementation employs suitable algorithms as a digital filter using a high-level computer programming language or a DSP software toolbox such as MATLAB signal processing toolbox [2].

Usually two types of digital filters are used for data processing: frequency-selective filters with fixed coefficients and filters with variable coefficients. There are various adaptive and non-adaptive methods for ECG signals enhancement [3]-[4]. The first type is normally applied to suppress an unnecessary frequency range of a signal, such as power supply harmonic and high-frequency waves. These interference components have a fixed frequency; therefore it is possible to calculate filter coefficients depending on the sampling frequency, the cutoff frequency, passband ripple and stopband attenuation. The greater problem is to reduce random noise, generated by respiratory and moving effects. The frequency spectrum of those noise sources is time dependent and not exactly known. So, a filter with fixed coefficients can't deal with this kind of noise signals and valuable information may be lost. These difficulties can be solved using an adaptive filter, a system with variable coefficients. Frequency response of an adaptive filter is adjusted automatically according to the specified criterion to improve the output signal quality depending on the behaviour of the input signal during the measurement [5]. In this paper different types of adaptive filters are described and compared. Performance of filters is analyzed based on SNR and MSE.

II. Adaptive Filters

An adaptive filter is a filter that self-adjusts its transfer function according to an optimization algorithm driven by an error signal. Because of the complexity of the optimization algorithms, most adaptive filters are digital filters. It adapts to the change in signal characteristics in order to minimize the error. It finds its application in adaptive noise cancellation, system identification, frequency tracking and channel equalization. Fig. 2 shows the general structure of an adaptive filter.

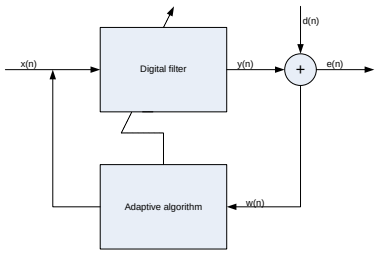


Figure 2. Basic Structure of an Adaptive Filter

In Fig. 2, x(n) denotes the input signal. A digital filter is applied on the input signal x(n), and produces output signal y(n). Adaptive algorithm adjusts the filter coefficient included in the vector w(n), in order to get the error signal e(n) be the smallest. The vector representation of x(n) is given in Eq(1). This input signal is corrupted with noises. In other words, it is the sum of desired signal d(n) and noise v(n), as mentioned in Eq(2). The input signal vector is x(n), which is given by

$$x(n) = [x(n), x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-N-1)]^T \quad (1)$$

or,

$$x(n) = d(n) + v(n) \quad (2)$$

The adaptive filter has a Finite Impulse Response (FIR) structure. For such structures, the impulse response is equal to the filter coefficients. The coefficients for a filter of order N are defined as

$$W(n) = [w_n(0), w_n(1), \dots, w_n(N-1)]^T \quad (3)$$

The output of the adaptive filter is y(n) which is given by

$$y(n) = W(n)^T x(n) \quad (4)$$

The error signal or cost function is the difference between the desired and the estimated signal

$$e(n) = d(n) - y(n) \quad (5)$$

Moreover, the variable filter updates the filter coefficients at every time instant

$$W(n+1) = W(n) + \Delta W(n) \quad (6)$$

Where ΔW(n) is a correction factor for the filter coefficients. The adaptive algorithm generates this correction factor based on the input and error signals.

III. Least Mean Squares (LMS) Algorithm

LMS filter operation is based on finding the filter coefficients that leads to minimizing the mean square of the error which is the difference between the desired signal and error signal. In order to LMS filter approach the optimum filter weights, the algorithm starts by assuming small weights (zero) and at each step, it finds the gradient of the mean square error and then updates the weights. If the mean square error is positive, error is increases positively and if same error is used, filter weights needs to be reduced accordingly. And vice versa, if gradient is negative, filter weights need to be increased. Weight update equation is as below

$$w(n) = w(n-1) + \mu e(n) x(n) \quad (7)$$

where e(n), x(n), μ and w(n) are the error, the input, step size parameter and the weight function, respectively. If the step size parameter μ is significantly small, LMS algorithm converges in the mean square provided that u satisfies the condition given below,

$$0<u<(\frac{1}{\lambda_{max}}) \quad (8)$$

Where, λ_{max} is the largest eigenvalue of the correlation matrix. The LMS algorithm is summarized as below

(i) Inputs :
x = input signal
dn = desired signal
M = Filter Length
μ = Step-size factor

(ii) Outputs :
y = output of filter
e = error signal

(iii) Pseudo-code

Initialize :
Filter coefficient w(1) = 0
Loop1:
For every i, do
Calculate e(i) = d(n) – w(n)^T x(n)
Update w(n) = w(n) + μ e(n) x(n)
End

IV. Normalized Least Mean Squares (NLMS) Algorithm

Due to sensitivity of the LMS algorithm to scaling of its input, making it very difficult to choose the correct step size to ensure stability of the algorithm, NLMS algorithm was developed. This algorithm works on the basis of normalizing the power of the input and therefore stabilizing the filter. The modified weight update equation is shown below,

$$w(n) = w(n) + \frac{\mu e(n)x(n)}{\varepsilon+||\varphi(n)||^2} \quad (9)$$

Where, ε (epsilon) is very small non-zero number to avoid division by 0 in denominator.

V. Results

MIT BIH arrhythmia database with ECG recordings is used for ECG signals [6]. In this paper, both base line wander (non-stationary noise) and power line interference (stationary noise) have been considered. This MIT BIH arrhythmia database consists of two channel ECG recording. The sampling rate of the recording is 360 samples per second. To demonstrate power line interference (PLI) cancellation we have chosen MIT-BIH record number 100. The input to the filter is ECG signal corresponds to the data 100 corrupted with synthetic PLI with frequency 60 Hz.

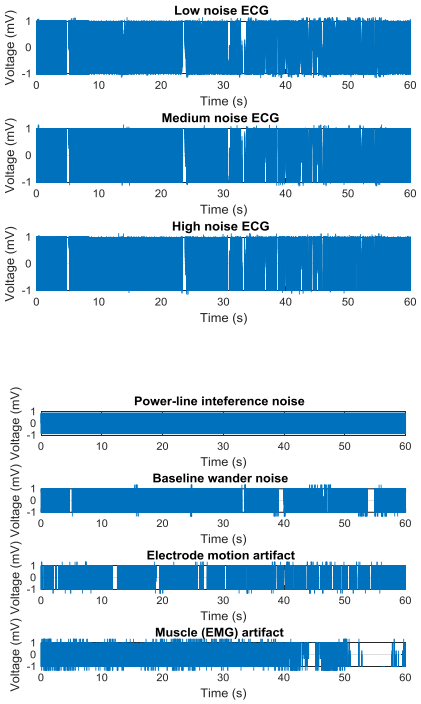


Figure 3. Influence of different types noise on ECG signal

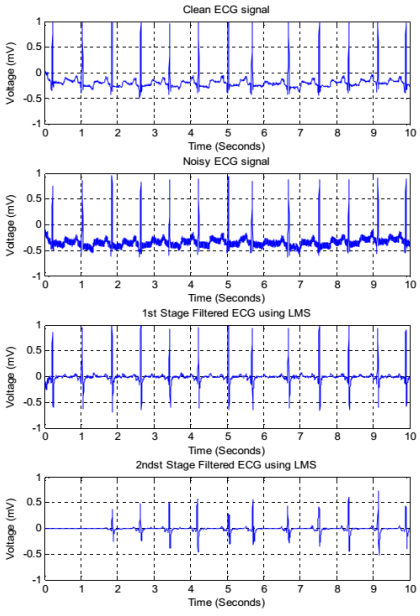


Figure 4. Obtained results by using LMS algorithm

For analyzing the performance of different types of adaptive algorithm SNR improvement are measured and compared. The corrupted ECG signal is the primary input to the adaptive filter and its delayed version ECG as desired response or reference signal. Figure 3 shows the influence of different types noise on ECG signal.

Noisy ECG signals were created by adding artifacts to clean the ECG signals. The clean ECG signal was 1 minute duration of the signal record 100 from the MIT-BIH database. All artifacts were also obtained from the MIT-BIT database. Once the noisy ECG signals were created, they were fed into main MATLAB program. In the main program, performance of LMS and NLMS algorithms on the noisy ECG signals were tested. Graphical results are provided in figure 4 and figure 5.

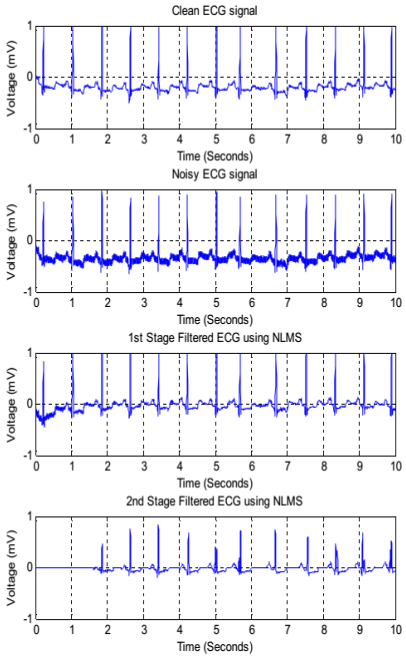


Figure 5. Obtained results by using NLMS algorithm

Table I shows the comparison of all considered adaptive filter algorithms that are LMS, NLMS, KLMS, RLS and BLMS. This performance comparison is based on signal to noise ratios. It is shown from the table that the basic algorithm like LMS produces an SNR which is less compared with NLMS, that means the normalizing improves the SNR. The same results are obtained in the case with BLMS and KLMS algorithms. Whereas the highest SNR is obtained with DLMS algorithm but the drawback with this algorithm is very high computational complexity. Table I shows the performance analysis of various adaptive filters.

VI. Conclusion

In this paper, different types of adaptive filtering have been used for removing artifacts from cardiac signals. The obtained results indicate that LMS and NLMS algorithm based adaptive filters have estimated the respective signals from the noisy environment accurately. From the simulation results it is shown that the output SNR values for the algorithms are obtained and compared with each other, with reference to power-line interference noise and we can see that the approach of using adaptive filter algorithms for ECG signal enhancement provide a better realization than non-adaptive structures. As LMS have four other different types but we get the most efficient results with NLMS. This algorithm has an ability to remove both stationary and non-stationary noise in an ECG signal at a time. Hence NLMS based filter for noise cancellation is more efficient for medical applications.

TABLE I
Performance of Various Adaptive Algorithms

TYPE OF ADAPTIVE ALGORITHM	SNR BEFORE FILTERING	SNR AFTER FILTERING	SNR IMPROVEMENT
LMS	-0.86	7.193	6.333
NLMS	-0.86	7.343	6.483
BLMS	-0.86	6.185	5.325
RLS	-0.86	6.184	5.324
KLMS	-0.86	5.212	4.352
DLMS	-0.86	9.535	8.675

Acknowledgement

The author wish to express sincere thanks to prof. dr. Tatjana Nikolić from Department of Electronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš for generous support, enthusiastic guidance and help during the work on this paper.

References

[1] Sen M Kuo, Bob H Lee, Wenshun Tian, *Real-Time Digital Signal Processing Implementations and Applications*, 3nd Ed., John Wiley & Sons, New York, 2013.
[2] The MathWorks, Inc. (2000) *Using MATLAB*, Version 6.
[3] Y.Der Lin and Y.Hen Hu, "Power line interference detection and suppression in ECG signal processing", IEEE Transactions and Biomedical engineering, vol. 55, pp. 354-357, January 2008.
[4] J.M Leski and N. Henzel, "ECG baseline wander and power line interference reduction using nonlinear filter bank", Signal processing, vol. 85, pp. 781-793, 2005.
[5] G. M. Friesen, T. C. Jannett, M. A. Jadallah, S. L. Yates, S. R. Quint, H. T. Nagle, "A comparison of the noise sensitivity of nine QRS detection algorithms", IEEE Trans. Biomed. Eng., (2002)
[6] www.physionet.org/physiobank/database/#ecg.

Kolo za testiranje bipolarnih tranzistora korišćenjem NE555 tajmera

Bojan Draško, Miljana Milić

Sadržaj – U ovom radu će biti predstavljeno jednostavno kolo za testiranje bipolarnih tranzistora. Mogu se testirati i NPN i PNP tranzistori kao diskretne komponente. Kolo je smišljeno da bude malo, kompaktno i jednostavno za korišćenje. Dizajn je rađen pomoću Altium Designer PCB razvojnog okruženja i na kraju je izrađena pločica korišćenjem metode za izradu štampanih pločica sa fotoosetljivim materijalom.

I. UVOD

Nesavršenosti tehnoloških postupaka su jedan od najčešćih uzoraka defekata. Broj procesa, različitih materijala i hemijskih jedinjena koja se koriste pri izradi integrisanih kola je velik što omogućava nastanak defekata. Defekti mogu da se podele na tvrde i meke. Pod tvrdim ili katastrofalnim defektima se podrazumeva promena topologije kola što je jako nepoželjno, a pod mekim ili parametarskim podrazumevamo one kod kojih je pomenjena samo vrednost nekog od parametara (što ne znači da kolo ne može da obavlja svoju primarnu funkciju).

Sistem koji se ovde opisuje koristi NE555 tajmer kola koja generišu pravugaone impulse za testiranje tranzistora. Tako da se na kraju predpostavlja da je tranzistor ispravan ako može da radi kao digitalni prekidač, tj. da se tranzistor ponaša kao zatvoreni prekidač za jednu logičku vrednost na bazi, a kao otvoreni prekidač za drugu logičku vrednost.

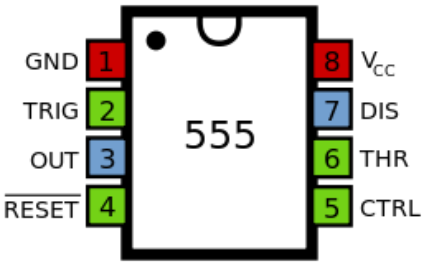
Korisnik treba da ispravno spoji tranzistor/e na pločicu (od pina 1 do pina 3 hedera vezuju se kolektor, baza i emitor NPN tranzistora i od pina 4 do pina 6 hedera vezuju se emitor, baza i kolektor PNP tranzistora), izabere prekidačem koji tranzistor da testira (gore za NPN i dole za PNP) i da započinjanjem testiranja prati stanje LED-ova i zaključi da li je tranzistor ispravan. Kolo ima mogućnost da dijagnostikuje i o kom defektu se radi. Tačan postupak testiranja i pravilno očitavanje rezultata će biti detaljno objašnjeno nakon opisa rada kola.

Bojan Draško je student na modulu Elektronika, podmodul Elektronska kola i sistemi, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, E-mail: drasko_bojan@ymail.com.

Doc. dr Miljana Miljić je docent na katedri za Elektroniku, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, E-mail: miljana.milic@elfak.rs.

II. PRINCIP RADA

Primarna komponenta sistema je NE555 tajmer kolo. Ovo kolo je jedno od najpraktičnijih kola ikada napravljenih. Služi za generisanje pulseva, vremenstih kašnjenja i oscilacija. Tajmer ima 8 pinova, svaki sa svojom funkcijom i spajanje ovih pinova sa vanjskom mrežom komponenata definiše kako će tajmer raditi i šta će to imati za rezultat. Na slici 1 je prikazan NE555 tajmer sa svojim pinovima u DIP-8 pakovanju koji će se ovde i koristiti.



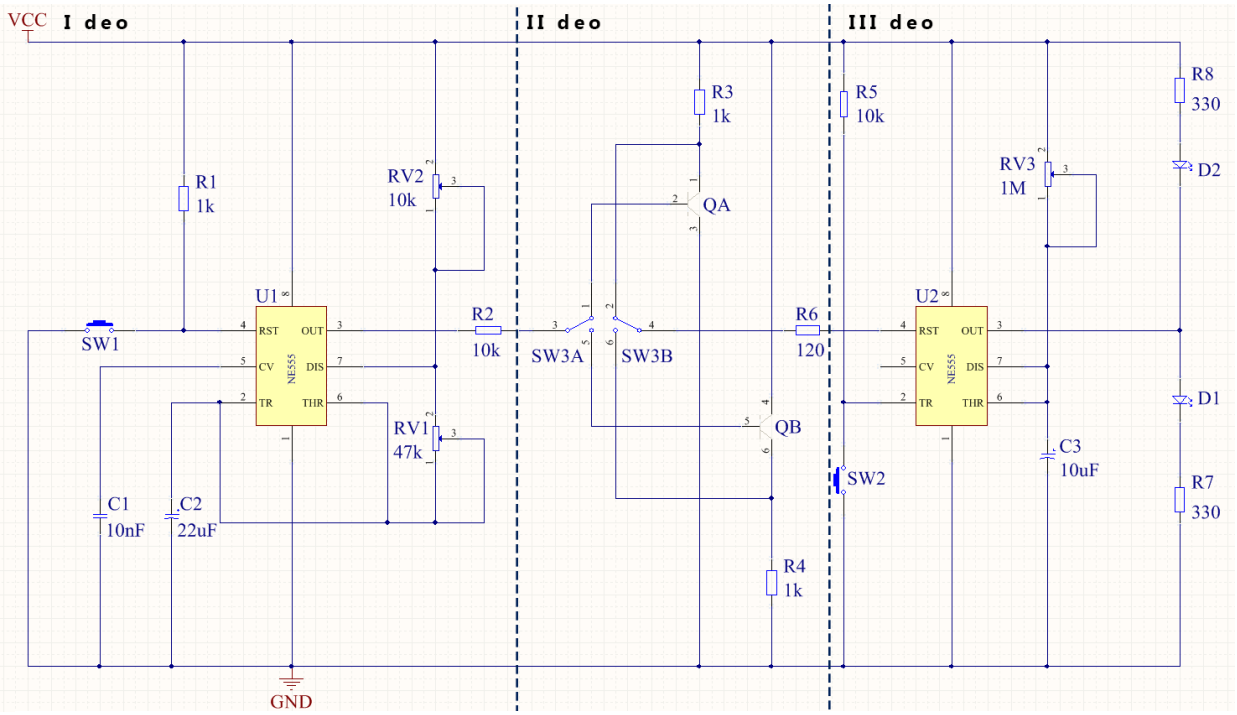
Slika 1. Diagram (*pinout*) NE555 kola.

Postoje tri osnovna načina povezivanja tajmera: bi-stabilni, mono-stabilni i a-stabilni. NE555 je jedno od osnovnih kola u elektronici i neće biti objašnjeno u detalj kako ono radi i koje konfiguracije ovog kola postoje jer bi to bilo suvišno. Biće navedene konfiguracije koje se koriste ovde, šta one imaju za svoj rezultat i kako ih podesiti. Ovo kolo će koristiti dva NE555, jedan u a-stabilnom, drugi u mono-stabilnom režimu rada.

U a-stabilnom režimu rada NE555 tajmer generiše konstantan izvor pravougaonih impulsa. Frekvencija i faktor ispunjenosti (*duty cycle*) se kontrolišu sa dva vanjska otpornika i jednim kondezatorom.

U mono-stabilnom režimu rada, tajmer generiše jedan pravougaoni puls. Dužina tog pulsa je kontrolisana sa jednom vanjskom mrežom, otpornika i kondezatora.

Kolo se sastoji iz 3 funkcijonalna dela, čiji rad će u nastavku biti objašnjen. Detaljna šema sa označenim funkcijonalnim delovima je prikazana na slici 2. Treba napomenuti da se koriste 3 trimera kako bi se omogućilo podešavanje parametara kola. Ti trimeri su označeni sa R_{V1}, R_{V2} i R_{V3}. Oni imaju naravno tri teminala označenih sa 1, 2 i 3, kao što je predstavljeno na šemi na slici 2 i slici 7. Kada se spomene „otpornik $R_{V1\text{-}13}$“ misli se na otpornost između pinova 1 i 3 R_{V1} trimera.



Slika 2. Šema kola sa označenim funkcionalnim delovima bez bloka napajanja

Prvi deo

Sastoji se od NE555 kola (označenog sa U_1 na šemi sa slike 2) spojenog u a-stabilnom režimu koji za rezultat, kao što je već rečeno, ima konstantan izvor pravougaonih signala na pinu 3 (OUT) koji ide na otpornik R_2. Kondezator C_2 se prazni samo kroz $R_{V1\text{-}13}$ otpornik, a puni kroz $R_{V1\text{-}13}$ i $R_{V2\text{-}13}$ otpornik. Frekvencija će stoga biti definisana formulom 1, dužina trajanja logičke jedinice formulom 2 i dužina trajanja logičke nule formulom 3.

$$f = \frac{1}{\ln(2)C(R_{V2-13}+2R_{V1-13})} \quad (1)$$

$$T_{ms-on} = \ln(2)\, C(R_{V2-13} + R_{V1-13}) \quad (2)$$

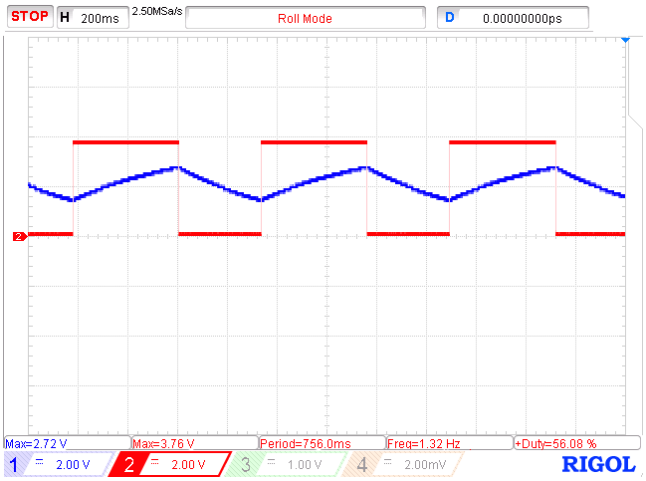
$$T_{ms-off} = \ln(2)\, C R_{V1-13} \quad (3)$$

Kondezator C_1 se stavlja radi stabilizacije napona na neinvertujućem ulazu komparatora unutar NE555. Tu je i taster SW_1 kojim po potrebi može restartovati U_1.

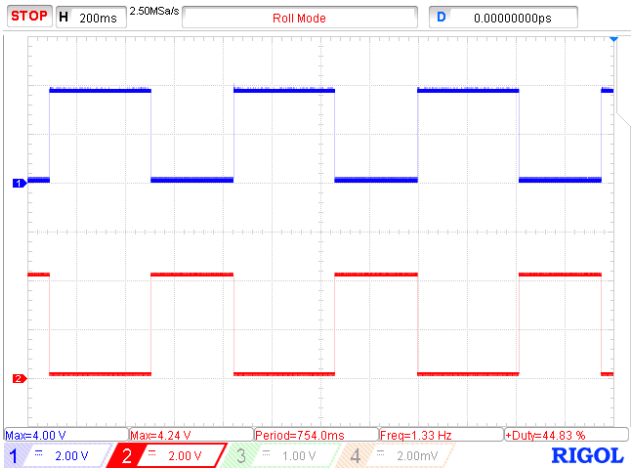
Na slici 3 se mogu videti naponi na kondezatoru C_2 tj. na pinu 2 (TRG) i na izlazu tj. pinu 3 (OUT) U_1 kola za $R_{V1\text{-}13}$=23,5kΩ i $R_{V2\text{-}13}$=5kΩ (trimeri su podešeni da im pin 3 bude na sredini ukupne otpornosti).

Drugi deo

Sastoji se od dva različita tranzistora, jednog NPN, drugog PNP i DPDT prekidača. Prekidačem se bira na koji od tranzistora će se proslediti izlaz sa U_1 i time bira koji tranzistor će biti testiran. Tranzistori su povezani u šemu sa zajedničkim emitorom, tako da im je izlaz na kolektoru, pa se preko otpornika R_6 izlaz jednog od tranzistora šalje na RST ulaz drugog NE555 tajmera. Izlazni napon tranzistora će biti u protivfazi sa ulaznim naponom. To znači da će se RST pin U_2 tajmera okidati na svaki pozitivni impuls ulaznog signala tranzistora. Na slici 4 se može videti izlaz jednog od tranzistora naspram njegovog ulaza. Jasno se vidi da su signali u protivfazi.



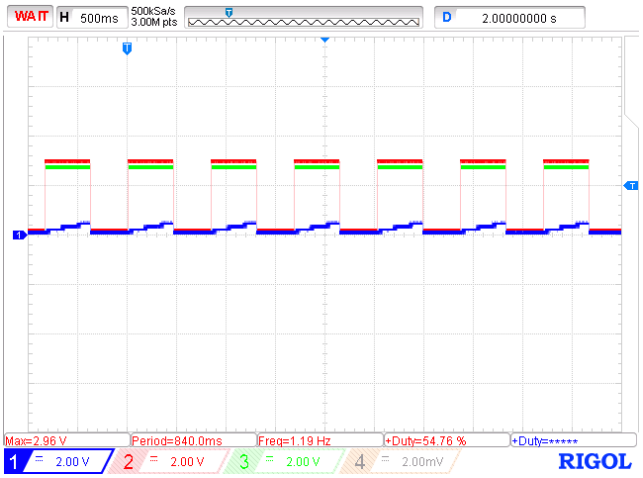
Slika 3. Naponi kondezatora C_2 (plava) i izlaz U_1 kola (crvena)



Slika 4. Talasni oblici napona na ulazu, (plava) i izlazu (crvena) jednog od tranzistora

Treći deo

Sastoji se od NE555 kola (označenog sa U_2 na šemi sa slike 2) spojenog u mono-stabilnom režimu koji za rezultat ima da se pri okidanju taster SW_2 pravi jedan impuls koji traje dok god napon na kondezatoru C_3 tj. na pinu 6 (THR) ne dostigne 2/3 napona napajanja V_{cc}. Kada dostigne taj napon, kondezator će se istog trenutka isprazniti, jer nema otpornika između njega i pina 7 (DIS). Pražnjenje kondezatora odnosno trajanje pravougaonog impulsa se može ranije završiti dovođenjem logičke nule na pin 4 (RST). Što se zapravo i dešava u slučaju da tranzistori ispravno rade, dovodeći do kraćih periodičnih pravougaonih impulsa jednakih onima koji dolaze na pin 4 (RST) odnosno na bazu jednog od tranzistora. Na slici 5 su prikazani naponi kola U_2.



Slika 5. Napon na pinovima 6 (THR), odnosno 7 (DIS), odnosno kondezatoru C_3 (plava), izlazni napon na pinu 3 (OUT) (zelena), i ulazni napon na pinu 4 (RST) (crvena) kola U_2

U slučaju da tranzistori ne rade kako treba izlazi će im biti konstantna ili logička nula ili logička jedinica, tako da će tajmer proizvesti samo jedan duži pravougaoni impuls. Dužina trajanja impulsa ako ne dođe do prekida na pinu 4 (RST) je data formulom 4:

$$T_{as} = \ln(3)\, C R_{V3-13} \qquad (4)$$

Na slici 6 se može videt izlaz U_2 kola nakon okidanja kratkim pritiskanjem SW_2 tastera za $R_{V3\text{-}13}$=250kΩ (trimer je podešen da pin 3 bude na jednoj četvrtini ukupne otpornosti). Primenom formule 4 dobijamo izraz 5 i vrednost trajanja pravougaonog impulsa (vidi se da je trajanje impulsa zapravo 2,49s što je posledica tolerancija pasivnih komponenata):

$$T_{as} = 1{,}0986 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^{6} = 2{,}74653s \qquad (5)$$



Slika 6. Napon na pinu 3 (OUT) (crvena) i napon na pinu 4 (RST) (narandžasta) po dovođenju opadajuće ivice na pin 4 (RST)

Izlaz U_2 kola je doveden na LED-ove koji su polarisani suprotno. Tako da na osnovu stanja LED-ova možemo protumačiti stanje tranzistora.

III. Vrste defekta i njihovo očitavanje

Ovo kolo ispituje da li tranzistori uspešno ulaze i izlaze iz stanja zasićenja i zakočenja, tj. da li ispravno rade kao digitalni prekidači. Ako dovedemo logičku jedinicu na bazni otpornik, tranzistor, npr. NPN, treba da uđe u zasićenje tj. da se ponaša kao zatvoreni prekidač i ako dovedemo logičku nulu da se zakoči, tj. da se ponaša kao otvoren prekidač. Ako su tranzistor neispravni ovo kolo može da detektuje dve vrste defekta:

- Kratak spoj kolektor-emitor
- Prekid kolektor-emitor

To uspeva jer u slučaju otvorenog kola, na izlazu NPN tranzistora će biti konstantna logička jedinica (jer je izlaz tranzistora preko otpornika R_3 spojen na V_{cc}) i izlaz

PNP tranzistora konstantna logička nula (jer je izlaz direktno spojen na GND).

U slučaju kratkog spoja, izlaz NPN tranzistora će biti konstantna logička nula (jer je izlaz tranzistora kratkospojen na GND iako je preko R_3 spojen na V_{cc}) i izlaz PNP tranzistora konstantna logička jedinica (jer je izlaz tranzistora kratkospojen na V_{cc} iako je preko R_4 spojen na GND).

Za izlaze koji su konstantne logičke jedinice nakon okidanja sa kratkim pritiskom SW_2, U_2 će uspešno generisati jedan pravougli impuls, što će dovesti do jedne zamene stanja LED-ova na vreme od T_{as} definisanog formulom 4. Za izlaze koji su konstantne logičke nule, U_2 neće uspeti da generiše pravougaone impulse jer mu je RST pin aktivan, tj. stanje LED-ova će biti konstantno (D_1 ugašeno i D_2 upaljeno). Nakon objašnjenaja kako zapravo ovo kolo može da otkrije ove defekte, možemo navesti postupak testiranja tranzistora.

Ako su tranzistori ispravni, onda će tokom držanja SW_2, LED-ovi treperiti frekvencijom definisanom formulom 1. Ako tranzistori nisu ispravni, ovo kolo registruje dva moguća defekta. Da je tranzistoru kratkospojen spoj kolektor-emitor, ili da mu je spoj kolektor-emitor otvoreno kolo. Koji je slučaj od ova dva očitava se sa LED-ova.

Naime, ako testiramo NPN tranzistor i ako smo utvrdili da je on neispravan jer ne trepere LED-ovi prilikom držanja tastera SW_2 onda ćemo odpustiti taster i gledati šta se dešava sa LED-ovima. Ako im se stanja pre i posle otpuštanja ne promene, kolektor-emitor je u kratkom spoju. U spurotnom će se stanja odmah zameniti i nakon određenog broja sekundi (dato formulom 4) vratiti u početno stanje, tj. stanje pre interakcije sa tasterom. Ovo će nam reći da je spoj kolektor-emitor otvoreno kolo.

Ako pak testiramo PNP tranzistor i ako smo utvrdili da je on neispravan jer ne trepere LED-ovi prilikom držanja tastera SW_2 onda treba odpustiti taster i gledati šta se dešava sa LED-ovima. Ako im se stanja pre i posle otpuštanja ne promene spoj kolektor-emitor je otvoreno kolo, u spurotnom stanja će se odmah zameniti i nakon određenog broja sekundi vratiti u početno stanje. Ovo znači da je spoj kolektor-emitor kratak spoj.

Ovo je predstavljeno sledećim tabelama.

TABELA I - OČITAVANJE GREŠKE ZA NPN TRANZISTOR

SW_2	NPN stanje	D1	D2
pritisnut	ispravan	treperi	treperi
okinut	C-E kratak spoj	upaljeno	ugašeno
okinut	C-E otvoreno kolo	ugašeno na T_{as}	upaljeno na T_{as}

TABELA II - OČITAVANJE GREŠKE ZA PNP TRANZISTOR

SW_2	PNP stanje	D1	D2
pritisnut	ispravan	treperi	treperi
okinut	C-E otvoreno kolo	upaljeno	ugašeno
okinut	C-E kratak spoj	ugašeno na T_{as}	upaljeno na T_{as}

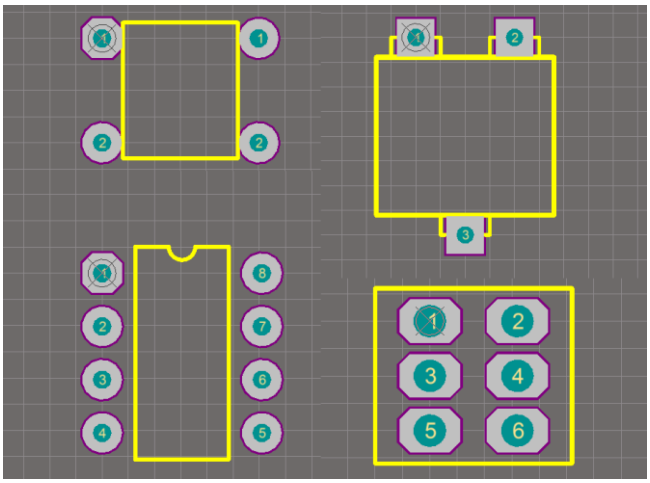
IV. IZRADA ŠTAMPANE PLOČICE

Pločica je dizajnirana u Altium Designer-u. Ovo je profesionalno okruženje za razvoj štampanih pločica, FPGA-ova i embeded software-a. Za njega je potrebna licenca koja nije jeftina ali može da se dobije na probni period besplatno. Postoje mnoge zamene koje imaju iste mogućnosti. Ovde neće biti u detalj objašnjeno kako se koristi Altium Designer, ako ste upoznati sa bilo kojim sličnim okruženjem, moći ćete pratiti ovo objašnjenje.

Najpre treba analizirati spisak potrebnih komponenata i njihova pakovanja (jer jedna komponenta može da dođe i u više različitih pakovanja) i napraviti prikladne šeme i otiske za svaku od njih u Altium-u. Lista komponenti:

1. 2 × NE555 DIP-8
2. 8 × otpornika od 1/4W (120Ω, 2×330Ω, 3×1kΩ, 4,1Ωk i 10kΩ)
3. 3 × trimera (10kΩ, 47kΩ i 1MΩ)
4. 5 × kondezatora (10nF, 100nF, 220nF, 10μF, 22μF)
5. 3 × LED
6. 2 × DIP taster
7. 1 × DPDT prekidač
8. 1 × heder od šest pinova
9. 1 × DC konektor

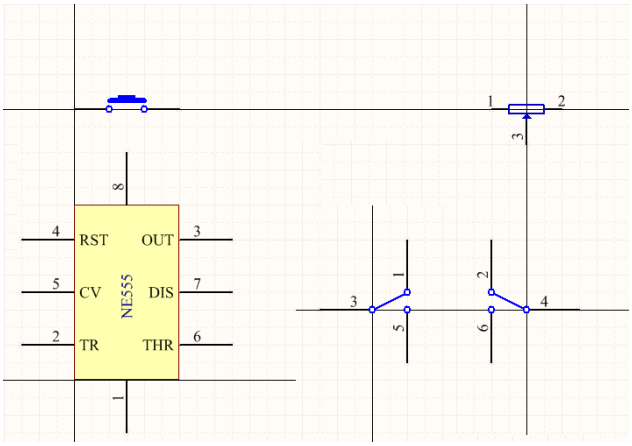
Slika 7 pokazuje otiske (*footprint*) nekih od komponenti, a slika 8 šeme tih komponenti.



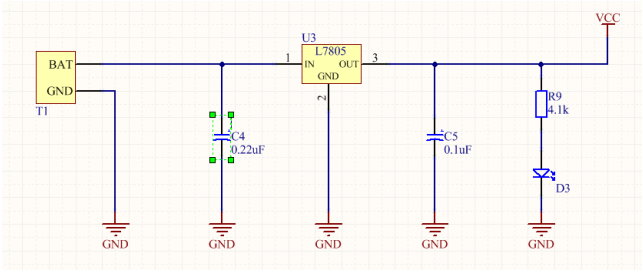
Slika 7. Otisci (*footprint*) od tastera (DIP-4), trmera (3 pad-a), NE555 kola (DIP-8) i DPDT prekidača (6 pad-ova)

Predhodno smo prikazali šemu kola bez napajanja. Slika 9 prikazuje šemu napajanja kola.

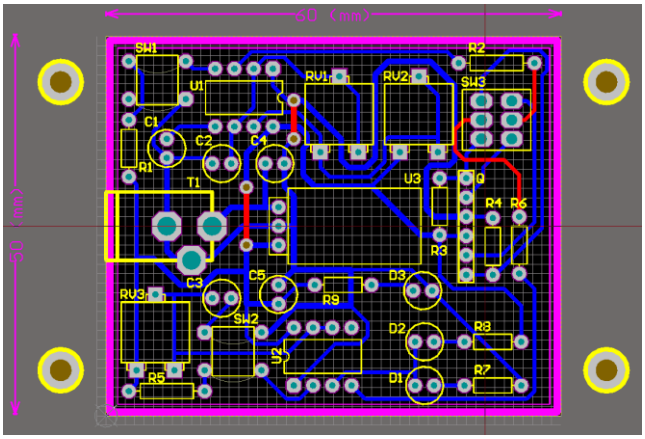
Kada se naprave otisci i šeme svih komponenti kola, onda se u Altiumu-u projektuje PCB. To je fizička reprezentacija pločice, kojom se definiše njen izgled, raspored komponenti i rutiranje svih veza između njih. PCB ovog kola je prikazan na slici 10.



Slika 8. Šema tastera (gore levo), trimera (gore desno), NE555 kola (dole levo) i DPDT prekidača (dole desno)



Slika 9. Šema bloka za napajanje



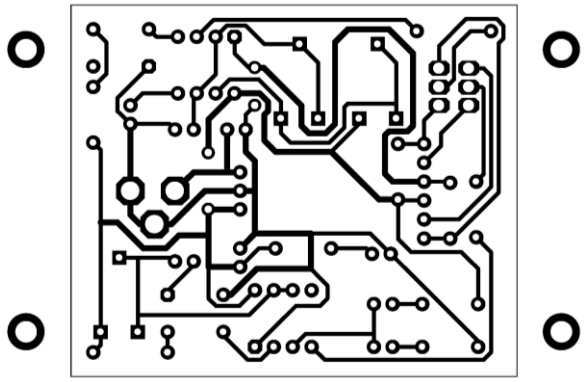
Slika 10. PCB u Altium-u

Kada se uspešno dizajnira PCB potrebno ga je fizičku realizovati kao štampanu pločicu. Za to je korišćena metoda sa fotoosetljivim (na ultraljubičasto sveto) materijalom, koja je mnogo preciznija od toner transfer metode. Sledi kratak opis izrade štampone pločice korišćenjem ove metode. Detaljnija uputsva se mogu potražiti na internetu. Za ovaj postupak obavezno je koristiti potrebnu zaštitnu opremu. Za izradu pločice korišćenjem ove metode je potrebno sledeće:

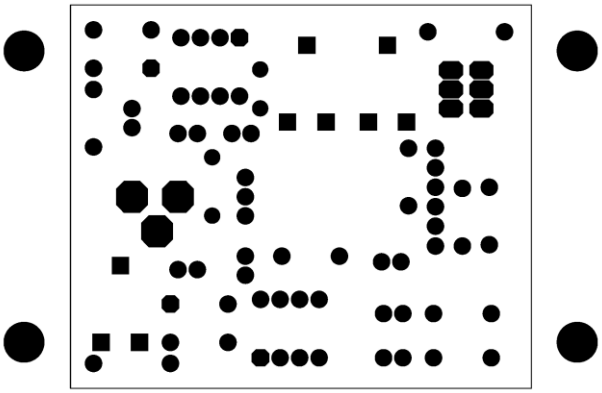
- 70% > alkohol
- aceton
- sona kiselina
- 12%-30% vodonik-peroksid
- natrijum-hidroksid
- staklena posuda
- laserski štampaš
- providna folija za laserski štampač
- ultraljubičasta sijalica
- dva veća komada stakla
- bakarna pločica koja je prethodno premazana fotoosetljivim slojem

Najznačajniji deo ovog postupka predstavlja materijal koji je osetljiv na svetlost i koji će pod njenim dejstvom da očvrsne ili da se ošteti. Zato se koristi laserski štampač kojim se štampaju tragovi na providnoj foliji. Oni neće dopustiti svetlosti da prodre, čime se postiže kontrola mesta gde svetlost dospeva. Postupak izrade pločice je sledeći:

1. Ištampati tragove na osnovu PCB-a iz Altium-a, prikazane na slici 11.
2. Staviti stranu folije na kojoj je toner na stranu bakarne pločice na kojoj je bakar i fotoosetljivi sloj.
3. Pločicu sa providnom folijom učvrstiti između dva komada stakla.
4. Staviti to u kutiju sa izvorom ultraljubičaste svetlosti i ostaviti na određeno vreme.
5. Izvaditi pločicu i ubaciti je u jedinjenje vode i natrijum-hidroksida. Ovo će za rezultat imati razvijen fotoosetljivi sloj koji nije bio izložen svetlosti i učiniti ga nepodložnim na daljnje uticaje svetlosti.
6. Ubaciti razvijenu pločicu u jedninjenje vodonik-peroksida i sone kiseline na određeno vreme. Tako će ukloniti bakar na mestima gde nema zaštitnog sloja od prethodno razvijenog fotoosetljivog materijala.
7. Izvaditi pločicu i isprati je vodom, zatim skinuti fotoosetljivi sloj acetonom ili alkoholom.
8. Ovde se može stati i krenuti sa lemljenjem ali se može staviti i maska tj. zaštitni sloj na bakar kako bi ga zaštitilo od oksidacije. Za to se koristi tečna maska osetljiva na ultraljubičastu svetlost koja očvršćuje što je više izložena njoj. Pločicu treba premazati maskom.
9. Ištampati na providnoj foliji tragove koji odgovaraju mestima gde je potrebno zalemiti komponente kako maska ne bi očvrsla na njima i kako bi ostavila slobodne bakarne kontakte za lemljenje. Ovo je prikazan na slici 12.
10. Staviti stranu providne folije sa tonerom na stranu pločice sa maskom.
11. Učvrstiti to stavljanjem između dva sloja stakla.
12. Staviti to u kutiju sa izvorom ultraljubičaste svetlosti i ostaviti na određeno vreme.
13. Izvaditi pločicu i skinuti masku koja nije očvrsla.
14. Poslednji korak je lemljenje komponenti.



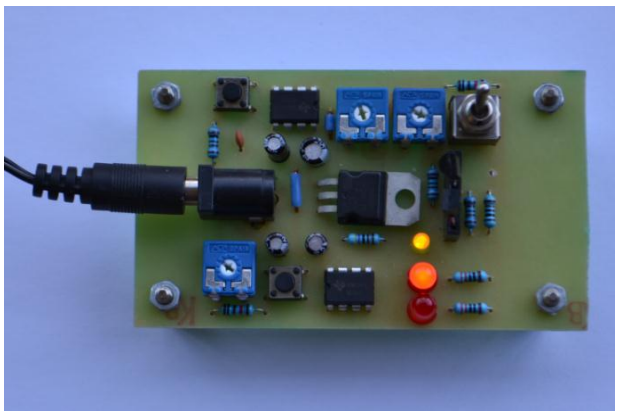
Slika 11. Bakarni tragovi na štampanoj pločici



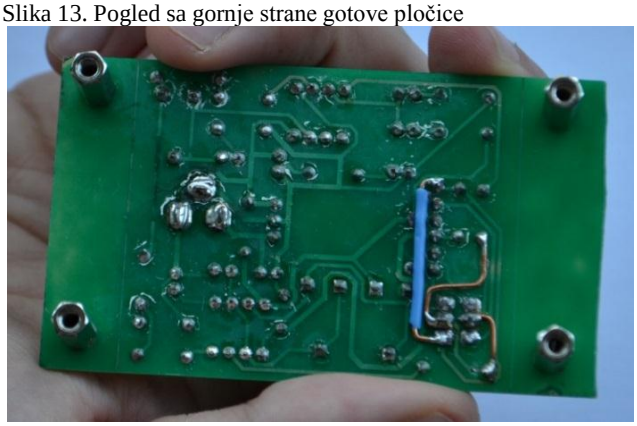
Slika 12. *Pad*-ovi na štampanoj pločici

Na kraju celokupnog postupka izrade štampane pločice dobija se pločica prikazana na slikama 13 i 14.

Na linku [5] se može pogledati kratak video koji prolazi kroz testiranje NPN i PNP tranzistora. Ime linka odgovara nazivu projekta. Simulacija tranzistora sa otvorenim kolom se radi nepovezivanjem tranzistora, a simulacija tranzistora sa kratkim spojem povezivanjem kratkospojnika od pina hedera namenjenog za kolektor tranzistora do pina namenjenog emitoru tranzistora.



Slika 13. Pogled sa gornje strane gotove pločice



Slika 14. Pogled sa donje strane pločice

V. ZAKLJUČAK

U radu je opisan postupak projektovanja štampanog kola za testiranje katastrofalnih defekata diskretnih bipolarnih tranzistora PNP i NPN tipa. Kolo je zasnovano na korišćenju tajmer NE555 integrisanog kola. Kolo je realizovano u vidu štampane pločice, a verifikacijom je potvrđena njegova ispravnost.

LITERATURA

[1] Predrag Petković, Projektovanje CMOS integrisanih kola sa mešovitim signalima, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, 2009

[2] Vančo B. Litovski, Osnovi testiranja elektronskih kola, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, 2006

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC

[4] http://www.circuitsgallery.com/2013/12/transistor-tester-circuit.html

[5] https://www.youtube.com/user/BojanDrasko/videos

Arcade mame mašina realizovana pomoću Raspberry Pi-a

Petar Mijović

Sadržaj – U ovom radu opisana je realizacija arkadnog aparata pomoću Raspberry PI-a i dodatnih komponenti, kao i način funkcionisanja ovakvog uređaja.

I. UVOD

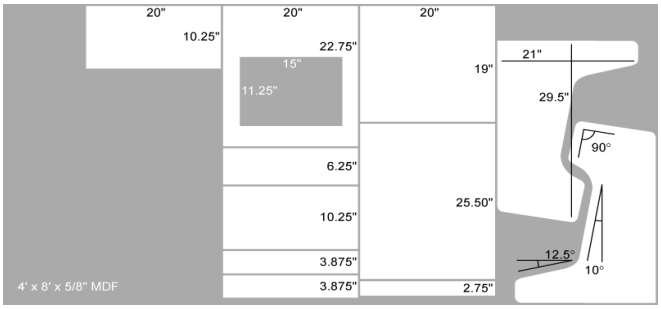
Ukoliko ste rođeni 70-ih ili 80-ih godina prošlog veka, sve su šanse da ste dobar deo detinjstva proveli igrajući se po fliperanama. U međuvremenu, igre su postale daleko kompleksnije i vizuelno atraktivnije. Međutim, one stare su nedostatak u vizuelnom delu nadoknađivale daleko boljom idejom, a od igrača se kao po pravilu očekivalo da se naoruža strpljenjem i dobro ovlada kontrolama (ma kako one bile jednostavne), što je davalo dodatne poene na zaraznosti. U današnje vreme, arkadni automati su skoro potpuno iščezli, odatle je i došla motivacija za realizaciju ovakvog projekta.

II. KOMPONENTE

Za konstrukciju ovakvog uređaja potrebne su sledeće komponente:

1. Kućište
2. Monitor
3. Raspberry Pi sa operativnim sistemom Raspbian i instaliranim programom Retropie
4. Džojstici i dugmići

Za model kućišta ovog uređaja odabrano je bartop kućište, kućište manjih dimenzija. Materijal od koga je kućište napravljeno je medijapan, ovaj materijal je korišćen kako bi lepljenje delova kućista bilo korektno. Specifikacija kućišta može se videti na slici 1.



Slika 1. Specifikacija konstrukcije.

Petar Mijović, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu. E-mail: mijovic.petar@elfak.rs

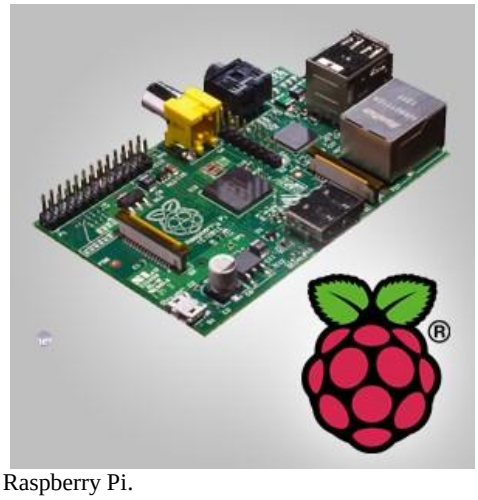
Monitor koji po dimenzijama odgovara specifikaciji kućišta jeste klasičan devetnaesto inčni led/lcd monitor sa hdmi izlazom (Raspberry Pi ima samo hdmi ulaz).

Srce cele mašine je kompjuter veličine kreditne kartice – Raspberry Pi, a u ovom projektu korišćen je model 2b.

Raspberry Pi[1] je mini računar, nastao na Univerzitetu u Sautemptonu, sa ciljem dodatnog obrazovanja studenata računarskih nauka. Kada se pojavio u slobodnoj prodaji izazvao je pravi tektonski poremećaj – prvog dana prodaje ovlaščeni distributeri Farnell i RS Components imali su problema sa radom svojih web sajtova zbog velike posete. Farnel je prodao ceo kontigent ploča (10 000 jedinica) a RS Components je primio 100 000 porudžbina. Do septembra 2012. (prvi dan prodaje je bio 29.2.2012.) prodato je pola miliona računara.

Karakteristike razvojnog okruzenja su: BCM2835 SoC (sistem na čipu) koji u sebi sadrži ARM1176JZFS (ARMv6) 32-bitni procesor sa radnim taktom od 700MHz, Broadcom Video Core IV GPU i 512 MB RAM memorije (Model B) ili 256 MB RAM-a (Model A). Ovo znači da se u srcu Raspberry Pi-a nalazi isti processor koji pokrece iPhone 3G i Kindle 2. Grafika je ekvivalentna onoj koju ima Xbox prve generacije.

Ono što je svakako jedna od velikih prednosti Pi-a je to što nije u pitanju konvencionalni računar. Bilo da želite da gledate, filmove, surfujete internetom, igrate igrice ili pravite robote u domaćoj radinosti, učite da programirate, pišete sopstveni operativni sistem, RPi je fleksibilna platforma koja će vam sve to omogućiti. Raspberry pi moguće je videti na slici 2.



Slika 2. Raspberry Pi.

Da bi korišćenje Pi-a, u ovom projektu, imalo smisla u njega je ubačen operativni sistem Raspbian i program Retropie.

Raspbian[2] je besplatni operativni sistem baziran na Debain-u, a koje je optimizovan za Raspberry-ev hardver. Raspbian je više od operativnog sistema, uz njega ide 35000 paketa koji omogućavaju laku instalaciju raznih programa na Raspberry-iju. Raspbian (Slika 3) je završen 2012 godine ali se razvija i dan danas, iako se tako čini, Raspbian nije razvijen od strane iste kompanije koja je napravila Raspberry. Za razvoj ovog operativnog sistema zaduzen je mali tim divelopera koji su fanovi Raspberry-a.



Slika 3. Raspbian.

Retropie[3] (Slika 4.) je program koji pretvara Raspberry u retro-gaming mašinu. Retropie simulira razne konzole kao na primer:

1. PSP
2. Nintendo DS
3. Playstation
4. Neo Geo
5. Mame

i mnoge druge.



Slika 4. Retropie.

Za potpuni užitak i realan osećaj korišćenja arkadnog uređaja bilo je potrebno nabaviti set džojsitka i dugmića napravljenih po modelu onih iz osamdesetih godina (Slika 5).

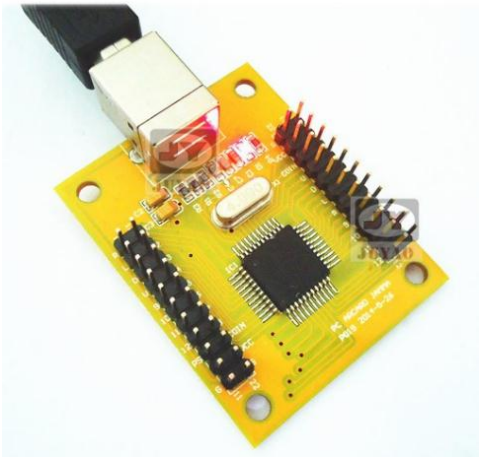


Slika 5. Džojstici i dugmići.

Set korišćen za ovaj projekat sastoji se od dva džojstika, 2x 6 dugmića za igrače, 2 dugmeta za selektovanje broja igrača, ploča za povezivanje sa Pi-em i potrebnih žica.

Što se same ploče tiče, njena uloga je simuliranje tastature, kada su dugmići korektno povezani, svako dugme imitira odredjeno dugme realne tastature.

Ploča (slika 6) ima usb izlaz pa je njeno povezivanje na Pi trivijalno, dok je povezivanje dugmića na ploču malo kompleksniji zadatak.

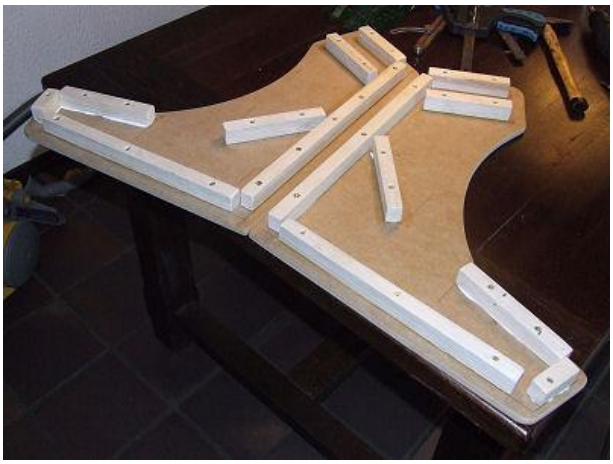

Slika 6. Ploča

III. KONSTRUKCIJA

Samo kunstrukcija i sastavljanje uredjaja je proces koji se sastoji iz više faza. Faze sastavljanja su:

1. Sastavljanje kućišta

Sastavljanje kućišta [4] sastojalo se od lepljenja, po šemi isečenih delova od medijapana (slika 7). Jedini deo koji se razlikuje jesu zadnja vrata koja su na šarke, kako bi bila omogućena eventualna dorada uređaja ili servis.



Slika 7. Sastavljanje kućišta.

2. Instalacija software-a

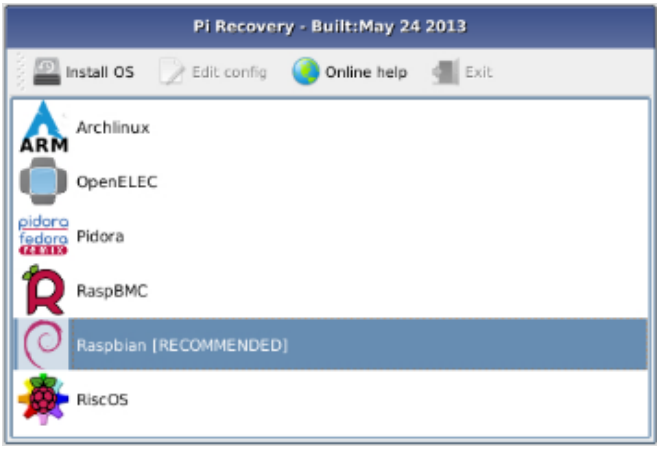
Instalacija Raspbian operativnog sistema na Raspberry Pi znatno je olakšana korišćenjem programa NOOBS[5]. NOOBS je program koji omogućava brzo podešavanje novog Pi-a. Proces se sastoji u formatiranju SD kartice, vece od 4GB, koja u slučaju Pi-a ima ulogu hard diska kod kompjutera. Naredni korak je preuzimanje zipovanog programa sa zvanične stranice za preuzimanja i raspakivanje na memoriju. Pri prvom pokretanju Pi-a, NOOBS daje meni (Slika 8) u kome je ponudjeno par različitih instalacija, kao na primer:

1. Archlinux
2. OpenELEC
3. Pidora
4. Raspbian

i drugi. Nakon odabira, zeljeni operativni sistem se trajno instalira i Pi je spreman za svakodnevnu upotrebu.

2. Instalacija Raspbian-a i Retropie-a na Raspberry Pi
3. Povezivanje dugmića sa Pi-em

1. Sastavljanje kućišta



Slika 8. Instalacija Raspbiana.

Instalacija Retropie-a se može izvršiti na dva načina. Pošto Retropie nije stand-alone sistem vec je nadogradnja na Raspbian, moguće je preuzeti Raspbian sa ubačenim Retropie-m ili na postojeći Raspbian nadograditi Retropie. U ovom slučaju druga solucija jer je Raspberrz prethodno imao čist Raspbian. Komande[6] koje izvršavaju instalaciju:

```
sudo apt-get install -y git dialog
cd
git clone --depth=1
https://github.com/RetroPie/RetroPie-
Setup.git
```

Preuzeta skripta se izvršava sa:

```
cd RetroPie-Setup
chmod +x retropie_setup.sh
sudo ./retropie_setup.sh
```

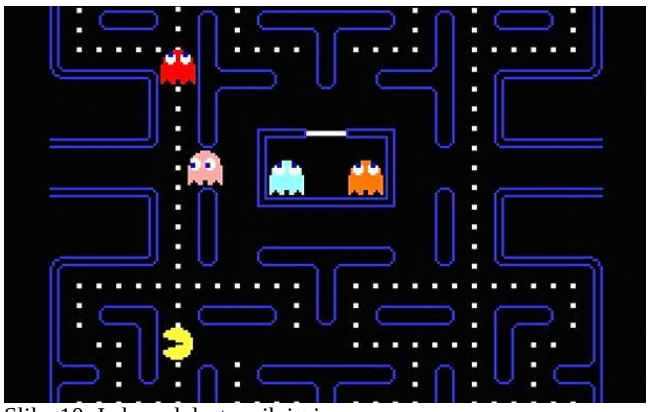
Ono što je ostalo je prosto sastavljanje delova u celinu.

IV. ZAKLJUČAK



Slika 9. Uredjaj.

Svo uloženo vreme, trud, i novac u ovaj projekat nisu protraćeni uzalud. (Slika 9) Produkt svega je retro gejming mašina koja ovakva kakva je, uz užitak koji pruža, vrača u prošli vek!



Slika 10. Jedna od dostupnih igrica.

LITERATURA

[1] Uvod u Raspberrry Pi. [OnLine] Dostupno na: http://012lab.rs/uvod-u-raspberry-pi

[2] Uvod u Raspbian. [OnLine] Dostupno na:http://www.raspbian.org/

[3] Uvod u Retropie. [OnLine] Dostupno na: https://retropie.org.uk/

[4] Uvod u MAME. [OnLine] Dostupno na:http://www.koenigs.dk/mame/eng/stepweecade.htm

[5] Uvod u NOOBS. [OnLine] Dostupno na: https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/noobs.md

[6] Instalacija Retropie-a. [OnLine] Dostupno na: https://github.com/retropie/retropie-setup/wiki/manual-installation

Tehnike linearizacije odziva NTC otpornika

Aleksandra Stojković

Sadržaj – U ovom radu su opisane tehnike linearizacije odziva NTC otpornika, a potom je eksperimentalno linearizovan odziv NTC otpornika u temperaturnom opsegu od 0-120°C.

I. UVOD

Postojanje potrebe za merenjem temperature u svim oblastima tehnike, dovelo je do razvoja velikog broja temperaturnih senzora koji koriste različite principe funkcionisanja. Jednoj grupi senzora temperature pripadaju termistori [1], tj. otpornici čija se otpornost menja sa promenom temperature. Ova promena otpornosti je jako nelinearna, dok je za primenu značajno da senzori poseduju linearan odziv. NTC otpornici [2] su termistori sa negativnim temperaturnim koeficijentom, što znači da im otpornost opada sa porastom temperature, i izuzetno su jeftini. U ovom radu je izvršen pregled osnovnih tehnika linearizacije NTC otpornika, a potom je i eksperimentalno linearizovan odziv u opsegu od 0-120°C.

II. KARAKTERISTIKE NTC OTPORNIKA

A. Nazivna (nominalna) otpornost NTC otpornika

Predstavlja otpornost NTC otpornika pri temperaturi od 25°C. U literaturi se obeležava sa R_{25} ili R_0. Nazivne otpornosti različitih tipova NTC otpornika kreću se od nekoliko Ω do nekoliko kΩ.

B. Temperaturna karakteristika NTC otpornika – prenosna funkcija

Predstavlja zavisnost otpornosti od temperature ambijenta (slika 1).

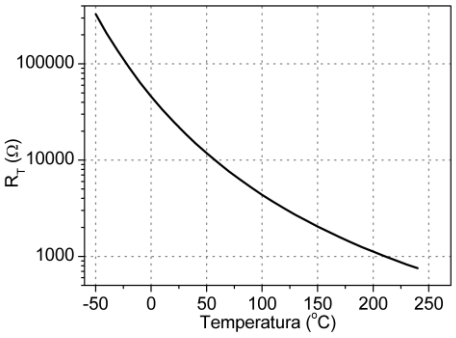
Prenosna funkcija NTC-a opisuje zavisnost otpornosti od temperature i predstavlja se izrazom (1):

$$R_T = R_\infty e^{\frac{\beta}{T}} = R_{25}\, e^{-\frac{\beta}{T_{25}}}\, e^{\frac{\beta}{T}} = R_{25} e^{\beta\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{25}}\right)} \quad (1)$$

gde je R_T – otpornost NTC otpornika na temperaturi T, R_{25} – nominalna otpornost, β – koeficijent temperaturne osetljivosti. Prilikom korišćenja NTC otpornika kao senzora temperature, neophodno je naći zavisnost temperature od otpornosti, tj. odrediti inverznu prenosnu funkciju:

$$T = \left(\frac{\ln\frac{R_T}{R_{25}}}{\beta} + \frac{1}{T_{25}}\right)^{-1} \quad (2)$$

Pomoću inverzne prenosne funkcije NTC-a, izraz (2), se određuje temperatura kojoj je izložen NTC otpornik, na osnovu poznate otpornosti.



Slika 1. Prenosna karakteristika NTC otpornika.

C. Koeficijent temperaturne osetljivosti (β)

Vrednost ovog koeficijenta je konstantna za dati termistor, jer zavisi isključivo od karakteristika materijala korišćenog za izradu NTC otpornika. Izražava se u Kelvinima i kreće se od β=700K do β=15000K. Izraz (3) služi za zračunavanje koeficijenta β, ukoliko su poznate otpornosti R_{T1} i R_{T2} na temperaturama T_1 i T_2, gde je $T_1<T_2$.

$$\beta = \frac{1}{\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right)} \ln\frac{R_{T_1}}{R_{T_2}} \quad (3)$$

III. METODE LINEARIZACIJE NTC OTPORNIKA

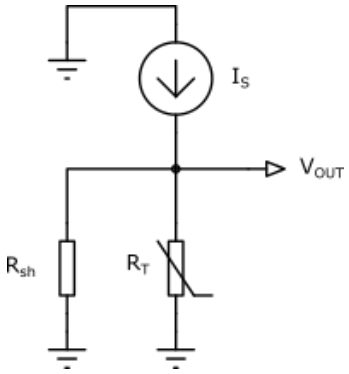
Jedna od najvažnijih karakteristika senzora ili mernog sistema jeste linearnost. Ukoliko je izlazni signal linearno zavistan u odnosu na ulazni, vrednost izlaznog signala se dobija množenjem ulaznog signala određenom konstantom. Međutim, sami senzori, bez ikakvih dodatnih komponenti, retko kada imaju linearnu

Aleksandra Stojković je student master studija na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: sagitarius_712@hotmail.com

prenosnu karakteristiku. Odstupanje karakteristike od idealne linearne se naziva greška nelinearnosti, a postupak kojim se ona otklanja zove se linearizacija.

A. Metoda paralelnog otpornika

Linearizacija se postiže paralelnim vezivanjem otpornika konstantne otpornosti R_{sh} NTC otporniku (slika2). S obzirom na to da prenosna funkcija senzora predstavlja zavisnost izlazne od ulazne veličine, prenosna funkcija ove metode predstavlja zavisnost (ekvivalentne) otpornosti od temperature.



Slika 2. Metoda paralelnog otpornika.

Merenje ekvivalentne otpornosti kola Re, se postiže propuštanjem konstantne struje I_S kroz kolo i merenjem izlaznog napona kola V_{OUT} , tj. nalaženjem odnosa $V_{OUT}/I_S = Re$. Ekvivalentna otpornost kola iznosi:

$$R_e = \frac{R_{sh}\,R_T}{R_{sh}+R_T} \tag{4}$$

Nakon zamene izraza (1), u jednačinu (4) i sređivanja dobija se izraz (5), tj. prenosna funkcija senzora.

$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_\infty e^{\frac{\beta}{T}}}+\frac{1}{R_{sh}}} \tag{5}$$

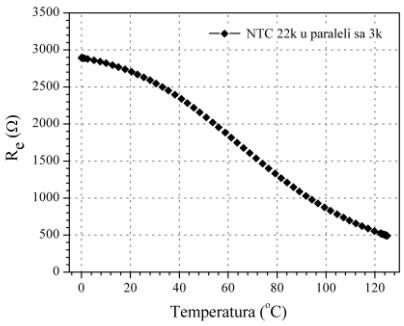
Vrednost otpornosti paralelnog otpornika R_{sh} se bira tako da prenosna funkcija Re (T) ima prevojnu tačku na polovini temperaturnog opsega, tj. iz uslova (6):

$$R_e''(\mathrm{T}) = 0, \text{ za } \mathrm{T} = \mathrm{T_{POLA}} \tag{6}$$

i izračunava se iz jednačine (7):

$$R_{sh} = \frac{\beta-2T_{POLA}}{\beta+2T_{POLA}}\,R_{25}\,e^{\beta\left(\frac{1}{T_{POLA}}-\frac{1}{T_{25}}\right)} \tag{7}$$

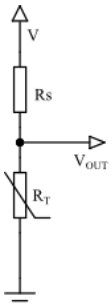
Na slici 3 je prikazan grafik teorijske prenosne funkcije linearizovanog NTC-a za opseg od 0-125°C.



Slika 3. Teorijska prenosna funkcija linearizovanog NTC-a.

B. Metoda naponskog razdelnika

Linearizacija se postiže rednim vezivanjem otpornika konstantne otpornosti R_S NTC otporniku (slika4).



Slika 4. Metoda naponskog razdelnika.

Kolo se u ovom slučaju napaja naponskim generatorom V, a meri se izlazni signal V_{OUT}. Prenosna funkcija ove metode predstavlja zavisnost izlaznog napona V_{OUT} od temperature i predstavljena je izrazom (8):

$$V_{OUT} = \frac{R_T}{R_S+R_T}V = \frac{1}{\frac{R_S}{R_T}+1}V = \frac{1}{\frac{R_S}{R_\infty e^{\frac{\beta}{T}}}+1}V \tag{8}$$

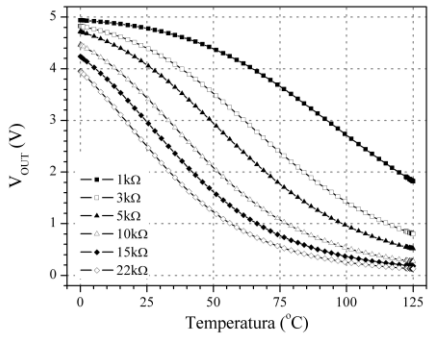
Na osnovu uslova (9) :

$$V_{OUT}''(\mathrm{T}) = 0 \tag{9}$$

dobija se izraz (10) za određivanje vrednosti otpornika R_S:

$$R_S = \frac{\beta-2\mathrm{T}}{\beta+2\mathrm{T}}\,R_{25}\,e^{\beta\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{25}}\right)}\ ,\ \text{za } T = T_{POLA} \tag{10}$$

Može se uočiti da je izraz za određivanje vrednosti otpornosti R_S isti kao i kod metode paralelnog otpornika. Usled promene vrednosti otpornosti rednog otpornika, dolazi do promene prenosne funkcije (slika 5).

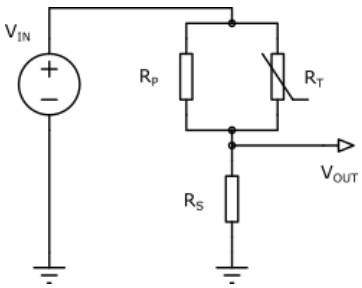


Slika 5. Promene prenosne funkcije sa promenom vrednosti otpornosti rednog otpornika.

Sa grafika iznad se primećuje da se ovom metodom postiže linearizacija prenosne funkcije senzora, međutim, ne može se kontrolisati opseg u kome će se kretati vrednost izlaznog signala V_{OUT}, ali to je izvodljivo pomoću metode unapređenog naponskog razdelnika.

C. Metoda unapređenog naponskog razdelnika

Ova metoda predstavlja kombinovanu vezu NTC-a i još dva otpornika koji služe za linearizaciju i kontrolisanje opsega izlaznog signala V_{OUT} (slika 6).



Slika 6. Električna šema metode unapređenog naponskog razdelnika.

Prenosna funkcija ovog kola je data izrazom (11):

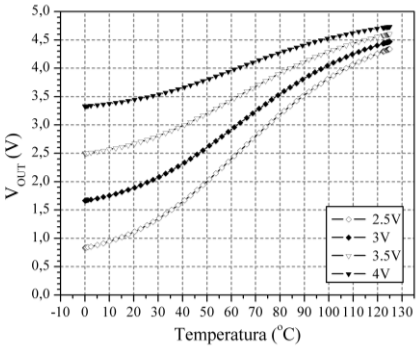
$$V_{OUT} = \frac{R_S}{R_S + \frac{R_P R_T}{R_P + R_T}} V_{IN} \tag{11}$$

Kao u prethodnoj metodi, iz uslova (9), ukoliko su poznati T_{POLA} i $\mu = V_{OUT}/V_{IN}$ dobijaju se izrazi za određivanje vrednosti otpornosti R_S (12) i R_P (13):

$$R_S = R_T \left(\frac{\beta - 2T_{POLA}}{2\beta(1-\mu)} \right) \tag{12}$$

$$R_P = \frac{R_S R_T (\beta - 2T_{POLA})}{R_S(\beta + 2T_{POLA}) - R_T(\beta - 2T_{POLA})} \tag{13}$$

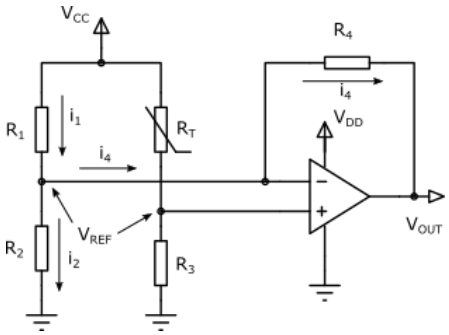
Na slici 7 je dat primer prenosnih funkcija ove metode za različite vrednosti otpornosti R_P i R_S. U zavisnosti od njihovih vrednosti, zavisi i opseg u kome će se kretati izlazni napon V_{OUT} za isti opseg temperatura.



Slika 7. Primeri prenosnih funkcija metode unapređenog naponskog razdelnika.

D. Metoda mosta sa operacionim pojačavačem

Linearizacija ovom metodom se vrši na isti način kao kod metode naponskog razdelnika, ali prednost je u tome što se mogu kontrolisati još i pojačanje i ofset izlaznog signala. Električna šema je data na slici 8.



Slika 8. Električna šema metode mosta sa operacionim pojačavačem.

Rednom vezom otpornika R_3 i termistora R_T, postiže se linearizacija signala V_{REF}. Vrednost otpornika R_3 se određuje iz istog uslova kao i kod naponskog razdelnika. S obzirom da je:

$$V_{REF} = V_{CC} \frac{R_3}{R_3 + R_T} \tag{14}$$

i raste sa porastom temperature, da bi i izlazni napon V_{OUT} koji je jednak (15):

$$V_{OUT} = -R_4 i_4 + V_{REF} \tag{15}$$

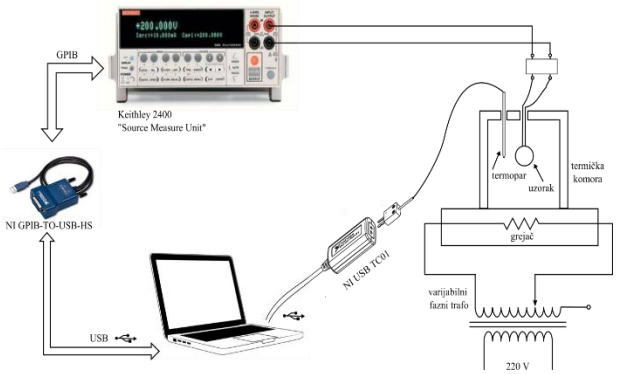
isto rastao, neophodno je da struja i_4 bude mala. Da bi struja i_4 bila mala, neophodno je da struja i_2 bude što veća, što se postiže odabirom vrednosti otpornika R_2.
Zavisnost izlaznog napona V_{OUT} od otpornika R_1, R_2 i R_4, i od napona V_{REF} i V_{CC} je data izrazom (16):

$$V_{OUT} = V_{REF}\left[\frac{R_4(R_1+R_2)}{R_1R_2}+1\right] - V_{CC}\frac{R_4}{R_1} \qquad (16)$$

gde izraz uz V_{REF} predstavlja pojačanje signala, a član uz V_{CC} služi za podešavanje nivoa signala (ofseta). Zadavanjem graničnih vrednosti temperature i željenog izlaznog napona koji odgovara datim temperaturama, a nakon toga rešavanjem sistema jednačina dobijaju se vrednosti otpornika R_1 i R_4.

III. EKSPERIMENTALNI DEO

Na slici 9 je prikazana ilustracija eksperimentalne postavke korišćene za snimanje prenosne karakteristike NTC otpornika.



Slika 9. Ilustracija eksperimentalne postavke.

Kao senzor temperature, prilikom svih merenja, korišćen je NTC otpornik nominalne otpornosti R_T = 22kΩ (25°C) [3]. Zagrevanje je vršeno je pomoću grejača (rešo) čija je snaga bila regulisana pomoću varijabilnog transformatora. Za snimanje prenosne funkcije na temperaturama od 0°C do 30°C, NTC otpornik i sonda su stavljeni unutar nepropusne kese i uronjeni u smešu leda i vode (slika 10), koja je postepeno zagrevana.



Slika 10. Snimanje prenosne funkcije za temperature od 0°C do 30°C.

Za temperature od 30°C do 130°C, NTC otpornik i sonda su se nalazili u improvizovanoj termičkoj komori – keramička šolja izbušena na vrhu (slika 11).



Slika 11. Snimanje prenosne funkcije za temperature od 30°C do 130°C.

Merenje otpornosti, odnosno napona, je vršeno pomoću Keithley 2400 „Source Measure Unit“. Keithley 2400 poseduje GPIB konektor, pa je iz tog razloga sa računarom bio povezan pomoću NI-GPIB-TO-USB-HS kabla. Računar je osim sa instrumentom Keithley 2400, bio povezan sa termoparom K tipa preko NI USB-TC01, koji je služio kao referentni senzor temperature. NI USB-TC01 je uređaj kompatibilan sa termoparovima tipa: J, K, R, S, T, N, E i B [4]. Svi instrumenti su računarski kontrolisani pomoću programa napisanog u programskom jeziku C#.

Temperaturna sonda termopara korišćena za merenje temperature kojoj je izložen NTC otpornik ima vremensku konstantu τ= 4s, dok je kod NTC otpornika τ=20s. Radi tačnijih merenja, NTC otpornik i temperaturna sonda su tokom eksperimenta bili povezani termalnom pastom (slika 12) čija je uloga bila da termički poveže uzorak i sondu, kako bi njihove temperature bile približno jednake.

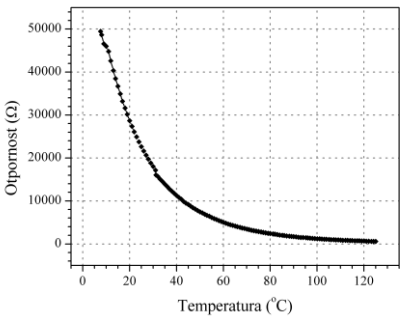


Slika 12. Povezivanje sonde termopara i NTC otpornika termalnom pastom.

Sredina u kojoj se nalazila sonda termopara i NTC otpornik je postepeno zagrevana pomoću grejača čija je snaga disipacije kontrolisana varijabilnim transformatorom. Postepenim zagrevanjem osigurano je da temperature sonde i termopara budu približno jednake, kako bi očitavanja temperature i otpornosti, odnosno napona, bila što tačnija. Program za kontrolisanje rada sistema je napisan tako da na svakom stepenu Celzijusa beleži vrednosti otpornosti/napona i temperature. Temperatura je merena pomoću termopara K tipa, a vrednosti otpornosti/napona su merene uz pomoć Keithley 2400. Svi dobijeni podaci su skladišteni na računaru, radi dalje manipulacije.

A. Prenosna funkcija NTC otpornika

Na slici 13 je prikazan grafik koji predstavlja realnu prenosnu funkciju NTC otpornika korišćenog u eksperimentalnom delu rada.



Slika 13. Eksperimentalna prenosna funkcija NTC otpornika od 22kΩ.

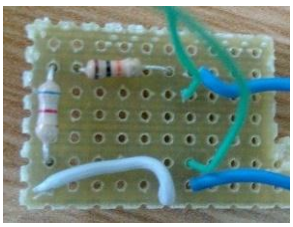
Očitavanjem otpornosti $R_{T1}=R_{25}=22.6k\Omega$ i $R_{T2}=R_{100}=1219.2\Omega$ na temperaturama $T_1=25°C$ i $T_2=100°C$, iz formule (3) dobija se da je $\beta=4331.4$ K.

B. Linearizacija metodom paralelnog otpornika

S obzirom da vrednost paralelnog otpornika zavisi od temperaturnog opsega u kome je neophodno linearizovati senzor, tj. od temperature T_{POLA}, u ovom radu su razmatrani temperaturni opsezi od 0-50°C i od 0-125°C.

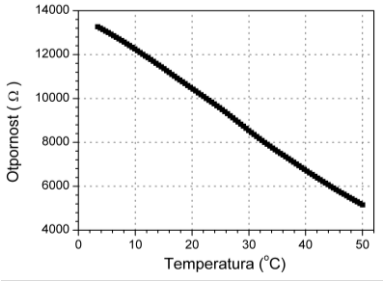
B.1. Linearizacija za temperaturni opseg od 0-50°C

Za ovaj temperaturni opseg, T_{POLA} iznosi 25°C , tj. $T_{POLA}=298.15K$, temperaturni koeficijent je $\beta=4331.4$ K, a vrednost nazivne otpornosti očitane sa prenosne karakteristike je $R_{25}=22.6k\Omega$. Nakon zamene svih vrednosti u izraz (7), za temperaturni opseg od 0-50°C, dobija se da je potrebna vrednost otpornika $Rsh=17.129k\Omega$. Najbliža standardna vrednost otpornika je 17 kΩ, ali kako ovog otpornika nije bilo u laboratoriji, uz pomoć redno vezanih otpornika od 10 kΩ i 6.8 kΩ, je rešen problem (Slika 14). Na provodnike zelene boje su zalemljene nožice NTC otpornika, a provodnici plave boje su izvodi sa kojih se meri njegova otpornost.



Slika 14. Izgled raster pločice za linearizaciju NTC otpornika od 0-50°C.

Na slici 15 je prikazan grafik linearizovane prenosne funkcije za podatke dobijene prilikom merenja:



Slika 15. Linearizovana prenosna funkcija za opseg od 0-50°C.

Apsolutna greška nelinearnosti predstavlja maksimalno odstupanje prenosne funkcije senzora od prave linije kojom se ona aproksimira i računa se iz jednačine (17):

$$\delta_{TMAX} = T(R) - T'(R) \qquad (17)$$

gde je *T(R)* stvarna vrednost temperature, a *T'(R)* temperatura dobijena na osnovu aproksimacione prave.

Relativna nelinearnost se izražava u procentima, i na osnovu apsolutne nelinearnosti se računa kao (18):

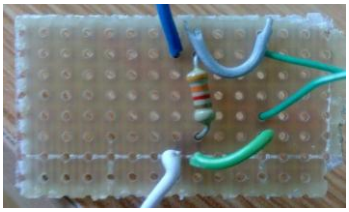
$$relativna\ nelinearnost(\%) = \frac{\delta_{TMAX}}{Fsc} \cdot 100 \qquad (18)$$

gde je δ_{TMAX} apsolutna nelinearnost a Fsc izlazna vrednost senzora pri punom opsegu.

Apsolutna greška nelinearnosti, kod ove metode za opseg od 0-50°C, iznosi 0.9982°C. Relativna nelinearnost iznosi 1.99%.

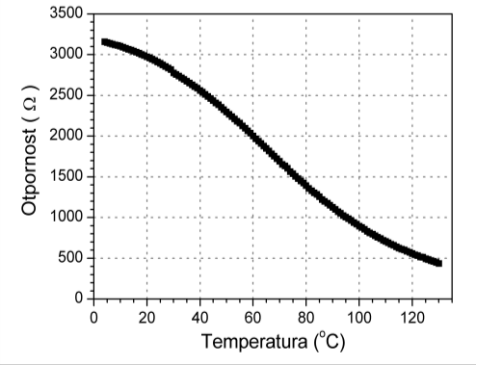
B.2. Linearizacija za temperaturni opseg od 0-125°C

Za ovaj temperaturni opseg, T_{POLA} iznosi 62.5°C, tj. $T_{POLA}=335.65K$, pa se za vrednost paralelnog otpornika dobija $Rsh=3.26k\Omega$. U ovom slučaju iskorišćen je otpornik standardne vrednosti otpornosti od 3.3kΩ (slika 17).



Slika 17. Izgled raster pločice za linearizaciju NTC otpornika od 0-125°C.

Na slici 18 je grafik linearizovane prenosne funkcije za podatke dobijene prilikom merenja u opsegu od 0-125°C:



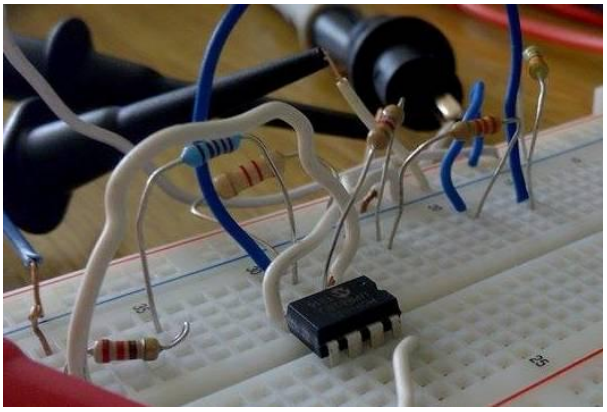
Slika 18. Linearizovana prenosna funkcija za opseg od 0-125°C.

Greška nelinearnosti, za opseg merenja od 0-125°C je veća nego u prethodnom slučaju i iznosi 9.2114°C, tj. relativna nelinearnost je 7.37%.

C. Linearizacija metodom mosta sa operacionim pojačavačem

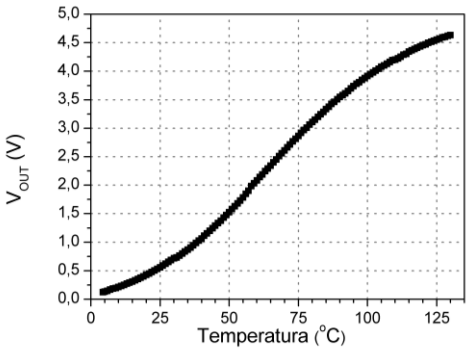
Operacioni pojačavač korišćen za realizaciju ove metode je Microchip MCP6022 [5]. Za temperaturni opseg merenja od 0-125°C, dobija se da je vrednost linearizujućeg otpornika R_3=3.3kΩ. Napon napajanja operacionog pojačavača je V_{DD}=5V, dok je napon V_{CC}=2.5V, kako bi se izbegao efekat samozagrevanja termistora. Nazivna otpornost termistora je 22kΩ. Vrednost otpornika R_2=2.2kΩ, kako bi se obezbedilo da izlazni napon V_{OUT} raste. Da bi se izlazni napon kretao od $V_{OUT}[T_1]$=0V za T_1=-5°C, do $V_{OUT}[T_2]$=4.5V za T_2=125°C, rešavanjem sistema jednačina, dobijaju se vrednosti otpornika R_1=39 kΩ i R_4=2.4 kΩ.

Izgled protoploče za realizaciju ove metode je prikazan na slici 19.



Slika 19. Izgled protoploče prilikom korišćenja metode mosta sa operacionim pojačavačem.

Na slici 20 je prikazan grafik linearizovane prenosne funkcije dobijene ovom metodom.



Slika 20. Linearizovana prenosna funkcija dobijena metodom mosta sa operacionim pojačavačem.

Greška nelinearnosti koja se javlja prilikom korišćenja ove metode linearizacije iznosi 10.1761°C, tj. 8.14%.

IV. ZAKLJUČAK

Metoda kod koje se javlja najmanja greška, je metoda paralelnog otpornika za temperaturni opseg od 0-50°C, dok je za istu metodu za veći temperaturni opseg greška znatno veća. S obzirom na veličinu greške, koja se javlja kod senzora koji koriste NTC otpornik kao senzorski element, ovi senzori nisu pogodni za precizno merenje temperature u širokom temperaturnom opsegu. Ukoliko je potrebno meriti temperaturu u manjem temperaturnom opsegu, sa prihvatljivom greškom od nekoliko stepeni, i ukoliko je cena sistema od izuzetne važnosti NTC otpornici su čest izbor.

Kalibracijom senzora bi se smanjila greška očitavanja. Što više kalibracionih tačaka, to je i veća tačnost. Međutim kalibracija je spor i skup proces, pa je neophodno naći kompromis između broja kalibracionih tačaka i troškova kalibracije.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan u laboratorijama Elektronskog fakulteta u Nišu, kao deo studentskog završnog rada. Autor se zahvaljuje mentoru, prof. dr Zoranu Prijiću, svim profesorima i saradnicima sa katedre za Mikroelektroniku, kao i svim profesorima i nastavnicima u dosadašnjem školovanju na pruženom znanju.

LITERATURA

[1] D. Pantić, Elektronske komponente, predavanja, Niš 2012
[2] Z. Prijić, D. Mančić, Elektronske komponente, predavanja, Niš 2015
[3] NTC K164, TDK, Datasheet
[4] NI USB-TC01, Datasheet. Dostupno na: http://www.ni.com/datasheet/pdf/en/ds-215
[5] MCP6022, Microchip, Datasheet, Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21685d.pdf.

Uređaj za merenje kvaliteta vazduha

Anđela Kocić

Sadržaj – Ovaj uređaj meri kvalitet vazduha i baziran je na senzoru iAQ-Core (Indoor Air Quality Sensor Module). On meri VOC, a predviđa TVOC i CO_2 nivoe. Podaci su dostupni na I^2C bus-u.

I. UVOD

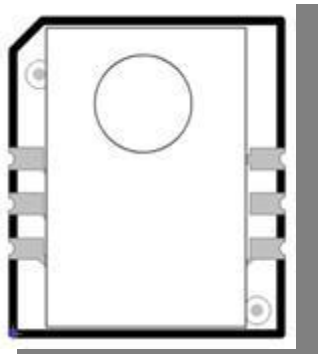
U današnje vreme, sve je veća potreba za kontrolisanjem čistoće vazduha, pogotovo u industrijskim granama u kojima proces proizvodnje podrazumeva korišćenje hemikalija i boja cija su isparenja opasna po čoveka. Ovaj uređaj se može koristiti u te svrhe jer senzor iAQ-core (slika 1.) meri nivoe VOC, TVOC i CO_2.

VOC (Volatile organic compound) su isparljiva organska jedinjenja tj. organske hemikalije koje imaju visok stepen isparenja na sobnoj temperaturi. Razlog isparavanja je niska tačka ključanja, što dovodi do raspršivanja velikog broja molekula u vazduhu.

TVOC (Total VOC) je kombinacija širokog spektra isparenih gasova koje emituju razne hemikalije. Meri se u mikrogramima po metru kubnom vazduha [µg/m3]

CO2 – Ugljen dioksid.

Ovakva isparenja mogu biti štetna za ljudsko zdravlje. Celokupni sklop ovog uređaja, sastoji se od već pomenutog senzora, PCA9306 translatora, mikrobusa, jumpera i jedne LED diode za indikaciju rada. Senzor je povezan i na I^2C bus.



Slika 1. iAQ-core sensor.

Anđela Kocić, student osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu, smer Elektronske komponente i mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: andjela.kocic@elfak.rs

II. PRINCIP RADA

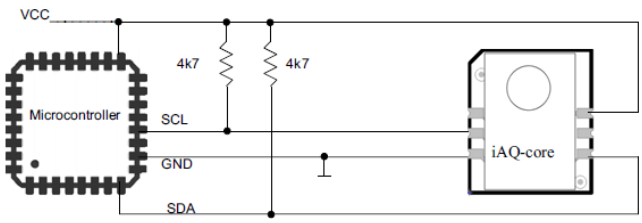
Ova pločica je dizajnirana na jednostavan način u cilju zaštite od štetnih elemenata u vazduhu. Komunikacija sa mikrokontrolerom se obavlja preko mikroBUS I^2C linija (SCL, SDA). Pločica je dizajnirana da može biti priključena i na 3V i na 5V, dok je pomoću translatora PCA9306 (slika 2.) regulisano da do senzora u svakom slučaju dolazi samo 3V, na koliko je i projektovan da radi.

PCA9306 je bidirekcioni I^2C translator koji napon na ulaznom pinu V_{REF2} translira do željenog nivoa i on se javlja na pinu za izlazni napon V_{REF1}. Opseg ulaznog napona može biti od 1.8V – 5.5V, a izlaznog od 1.2V do 3.3V. SDA i SCL kanali ovog uređaja imaju iste električne karakteristike i kašnjnje je svedeno na minimum, a on takođe poseduje i enable (EN) pin koji je aktivan uvek kada je na V_{REF2} doveden napon. Na translator je vezano tri pull-up otpornika, jedan od 200Ω i dva od 2.2k Ω, izmedju EN, SDA, SCL pina i V_{REF2}, respektivno. Na pin V_{REF2} povezan je kondenzator kapacitivnosti 0.1µF.

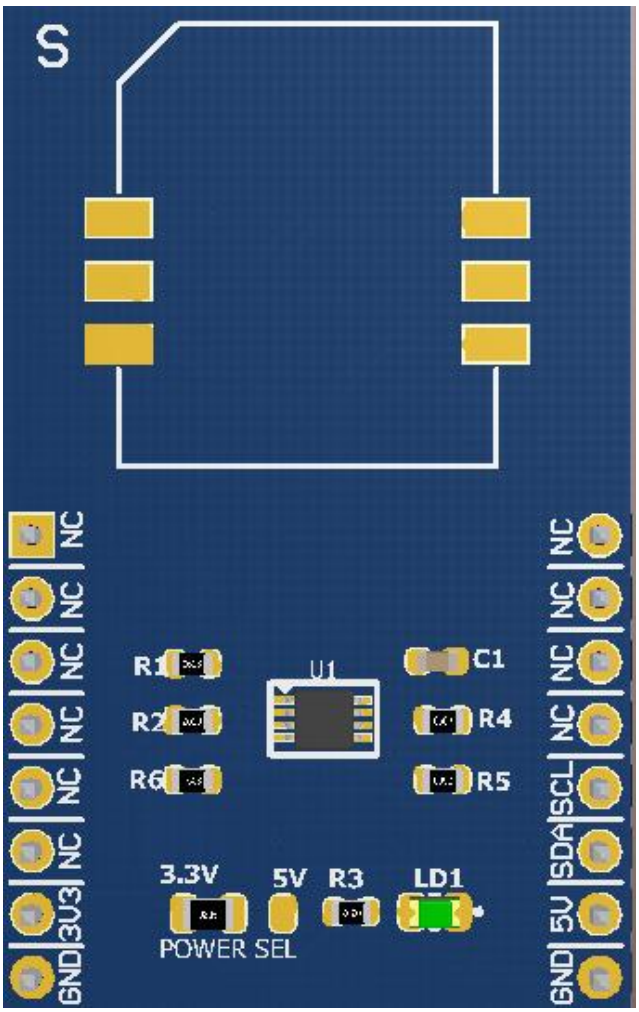


Slika 2. pca9306 translator.

Takođe, bilo je neophodno vezati dva eksterna pull-up otpornika (4.7kΩ) na senzor (slika 3.) da bi se obezbedila stabilnost u radu. Sam senzor zaštićen je plastičnom kapom i membranom. Čim se pločica priključi na napajanje, uključiće se LED dioda kao indikacija rada (slika 4.)



Slika 3. Vezivanje pull-up otpornika na sensor.



Slika 4. Pozicija LED diode za indikaciju rada.

Rutiranje (slika 5.) je izvršeno na najjednostavniji mogući način. Na gornjem delu pločice nalazi se senzor označen sa S. U središnjem delu je PCA9306 translator, a sa njegove leve i desne strane su pull-up otpornici neophodni za funkionisanje čipa i kondenzator. U donjem delu je LED dioda za indikaciju rada, otpornik i jumper.

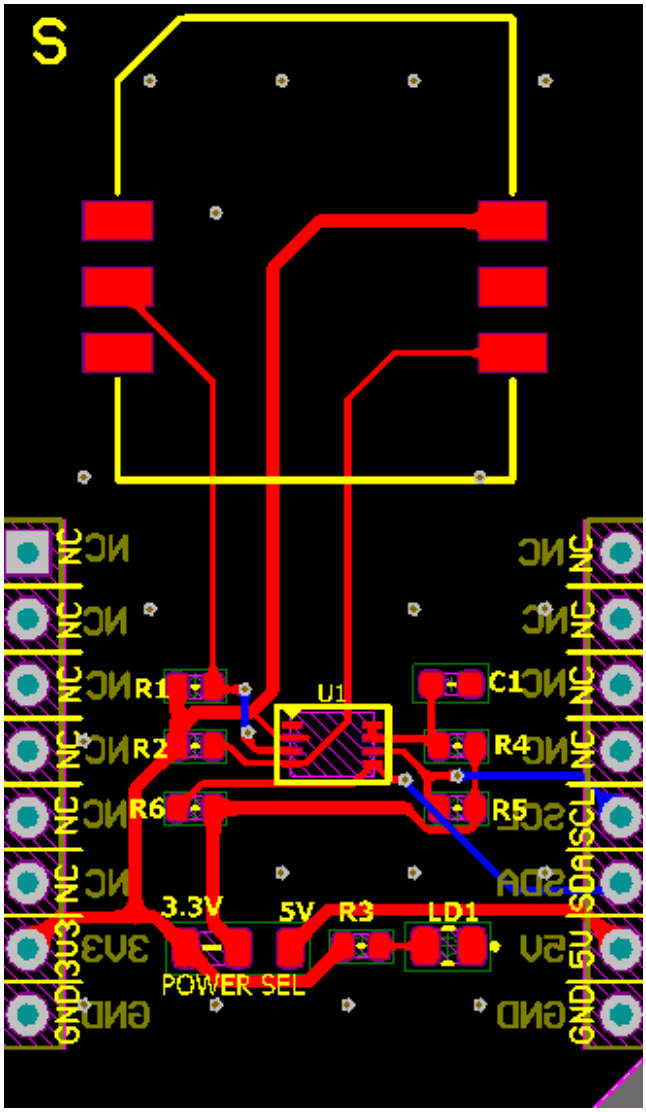
SCL pin senzora vezan je na pull-up otpornik R_1, a zatim taj otpornik na SCL_1 pin translatora. SDA pin senzora je povezan sa SDA_1 pinom translatora, a potom sa pull-up otpornikom R_2. VCC pin senzora povezan je sa otpornicima R_1 i R_2 a iz te tačke na napajanje mikrobasa i na $Vref_1$ pin translatora.

Enable i $Vref_2$ pinovi translatora pca9306 su kratkospojeni i povezani na pull-up otporik R_4, a zatim i na kondenzator C_1. SCL_2 pin translatora je povezan na pull-up otpornik R_5 i na SCL pin mikrobasa. SDA_2 pin translatora je povezan sa pull-up otpornikom R_6 i na SDA pin mikrobasa.

Krajevi otpornika R_4, R_5 i R_6 koji nisu povezani na PCA9306 su kratkospojeni i povezani sa jumperom koji je povezan na napajanje.

LED dioda je jednim krajem povezana sa otpornikom R_3, koji je povezan na napajanje, a drugim krajem na masu.

Rutiranje je kompatibilno sa šemom uređaja (slika 6).

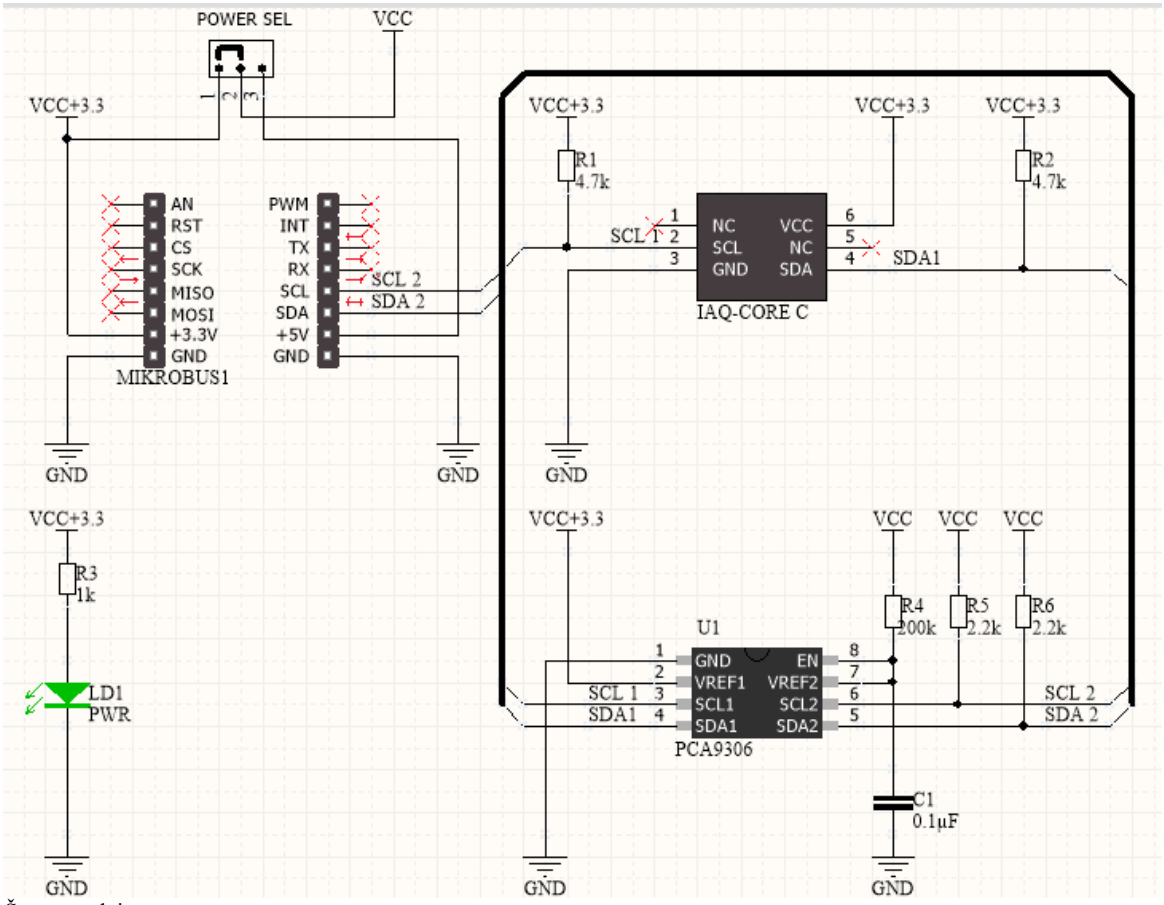


Slika 5. Način rutiranja,

III. ZAKLJUČAK

Ovaj uređaj moguće je realizovati na više načina i poboljšati njegove mogućnosti. Napravljen je u cilju zaštite ljudskog zdravlja, pogotovo onih koji su svakodnevno izloženi štetnim materijama na poslu ili u svom domaćinstvu.

Jedno od sledećih rešenja kretaće se u smeru upotrebe Androida za dobijanje obaveštenja o promeni nekog od VOC, TVOC ili CO_2 nivoa u vazduhu i unapređenje brzine prenosa informacija.



Slika 6. Šema uređaja.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje firmi Mikroelektronika.

LITERATURA

[1] ams.com/ger/content/download/686523/1787697/.../iAQ-core_Datasheet_EN_v1.pdf

[2] www.ti.com/lit/ds/symlink/pca9306.pdf

[3] https://www.ece.ufl.edu

[4] Practical Electronics: Components and Techniques by John Hughes. Dostupno na: https://www.geekbooks.me

[5] Encyclopedia of Electronic Components Volume 1 Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays, Transistors by Charles Platt. Dostupno na: https://www.geekbooks.me

Realizacija fudbalskog semafora pomoću PIC mikrokontrolera PIC16F877A

Nikola Munćan, Milan Petrović, Vladan Nešić

Sadržaj- U ovom radu realizovan je fudbalski semafor. Semafor prikazuje proteklo vreme igre i trenutni rezultat domaćeg i gostujućeg tima. Šema je projektovana u programu *ISIS 7 Professional* [1], i ima za cilj demonstriranje rada fudbalskog semafora.

I. Uvod

Veliki značaj za razumevanje i učenje digitalne mikroelektronike imaju laboratorijske vežbe. Iako su samo pokaznog karaktera, njihovom realizacijom studenti se osposobljavaju da samostalno realizuju složene električne šeme, a kasnije i da sami naprave neki elektronski uređaj. Digitalna integrisana kola koja se koriste u ovim vežbama se pakuju u DIP (*Dual in-line package*) kućišta. Zbog velike gustine pakovanja, samim tim i velikog broja izvoda integrisanih kola (*do 20*), potreban je veliki broj provodnika za njihovo povezivanje. Pri povezivanju ovakvih kola, često se dešavaju greške koje se teško otklanjaju, prvenstveno zato što se teško uočavaju. Ovaj problem se može prevazići realizacijom razvojnog okruženja koje sadrži veliki broj integrisanih komponenata i kola.

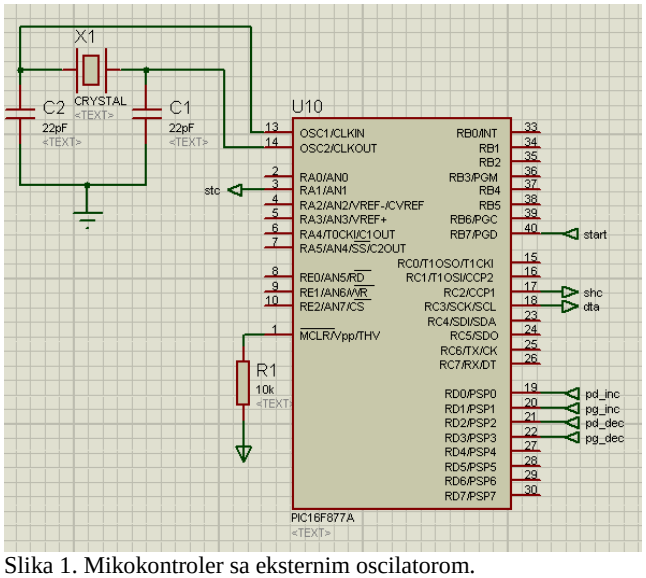
II. Realizacija uređaja

A. *Princip rada*

Sa električne šeme (slika 1.) se može videti način vezivanja eksternog oscilatora na kontroler. Na obe nožice oscilatora vezani su keramički kondenzatori vrednosti 22pF, čiji je drugi kraj na masi.

Na mikrokontroler je vezan pull–up otpornik. Pull-up otpornik služi kako bi se osim softverski isključenog MCLR pina na mikrokontroleru i hardverski isključio, da ne bi došlo do neželjenog resetovanja samog mikrokontrolera.

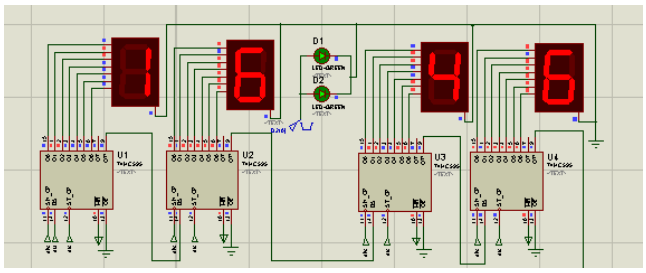
Sa mikrokontrolera se šalju podaci na pomeračke registre koji kontrolišu 7-segmentne displeje (slika 2.). Šalju se podaci i takt (clock), a ti podaci se prenose serijski sa jednog na drugi. Svaki pomerački registar je vezan na napajanje. Četiri 7-segmentna displeja služe za prikaz vremena (dva za minute i dva za sekunde), dva za prikaz rezultata domaćina i dva za prikaz rezultata gostiju.



Slika 1. Mikokontroler sa eksternim oscilatorom.

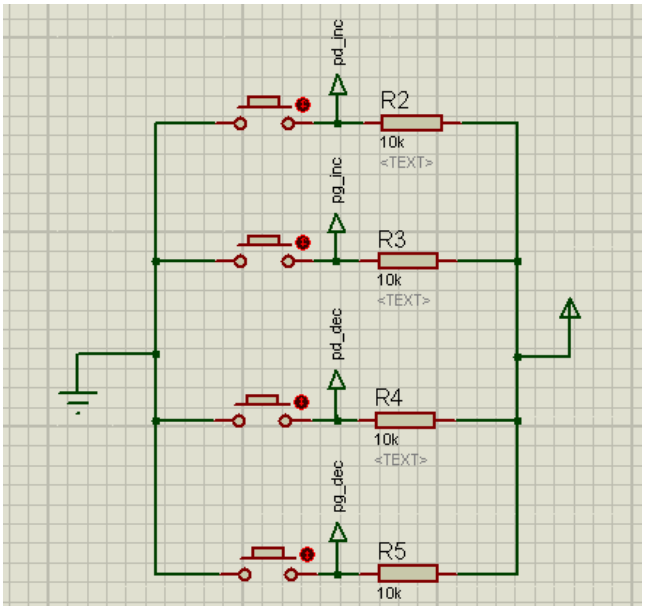
LED diode su vezane paralelno jer se na taj način koristi manji napon. Nalaze se između 7-segmentnih displeja koji pokazuju minute i sekunde. Na jednom kraju su vezane na pulsni generator koji će za 1s da uključi i isključi diode tj. poslaće 0 i 1 pa se dobija efekat da diode neprestano trepere. Na drugom kraju su vezane na masu.

Korišćeno je pet tastera. Dva za kontrolisanje rezultata domaćina i dva za rezultate gostiju (slika 3.), gde jedan taster služi za povećanje rezultata a drugi za smanjenje.



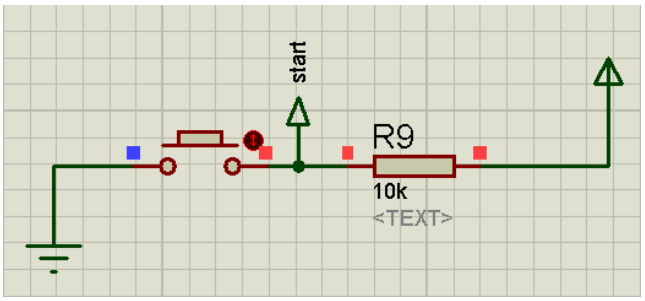
Slika 2. Pomerački registri i 7-segmentni displeji.

Nikola Munćan, Milan Petrović i Vladan Nešić su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.muncan@elfak.rs, mpetrovic@elfak.rs, vladan.nesic@elfak.rs



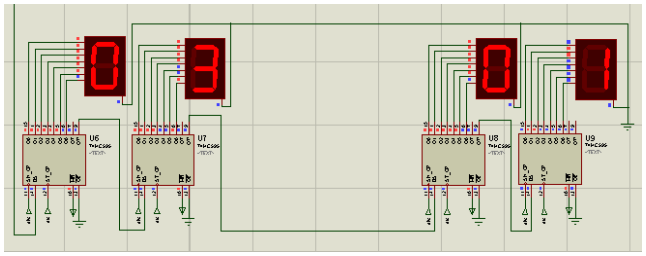
Slika 3. Tasteri sa *Pull up* otpornicima.

Preostali taster (slika 4.) služi za uključivanje, prelazak u drugo poluvreme i resetovanje sata. Na sve tastere su vezani pull-up otpornici od 10 kΩ koji se koriste da bi informacija koja dolazi u mikrokontroler bila validna, da određene smetnje ne bi uticale na promenu stanja tastera.



Kada se pritisne taster do mikrokontrolera će doći logička 0 što signalizira mikrokontroleru da treba da poveća tj. smanji broj koji će se ispisati na 7-segmentnom disleju (slika 5.). Isto važi i za taster za uključivanje, prelazak u drugo poluvreme i resetovanje sata gde će se prvim pritiskom startovati vreme, pa nakon završetka 45 minunta i ponovnim pritiskom na taster nastaviti brojanje vremena do 90 minuta. Trećim pritiskom na taster se resetuje vreme i kreće brojanje od početka.

Slika 4. Start taster sa *Pull up* otpornikom.


Slika 5. Trenutni rezultat

B. Korišćene komponente

Sve komponente i integrisana kola koje su korišćene pri projektovanju fudbalskog semafora birane su tako da zadovolje određene kriterijume. Pre svega najbitnije su električne karakteristike, na osnovu kojih je i projektovano celo okruženje. Takodje bitan kriterijum je bio pristupačna cena i dostupnost na tržištu kako bi bilo moguće i praktično realizovati okruženje.

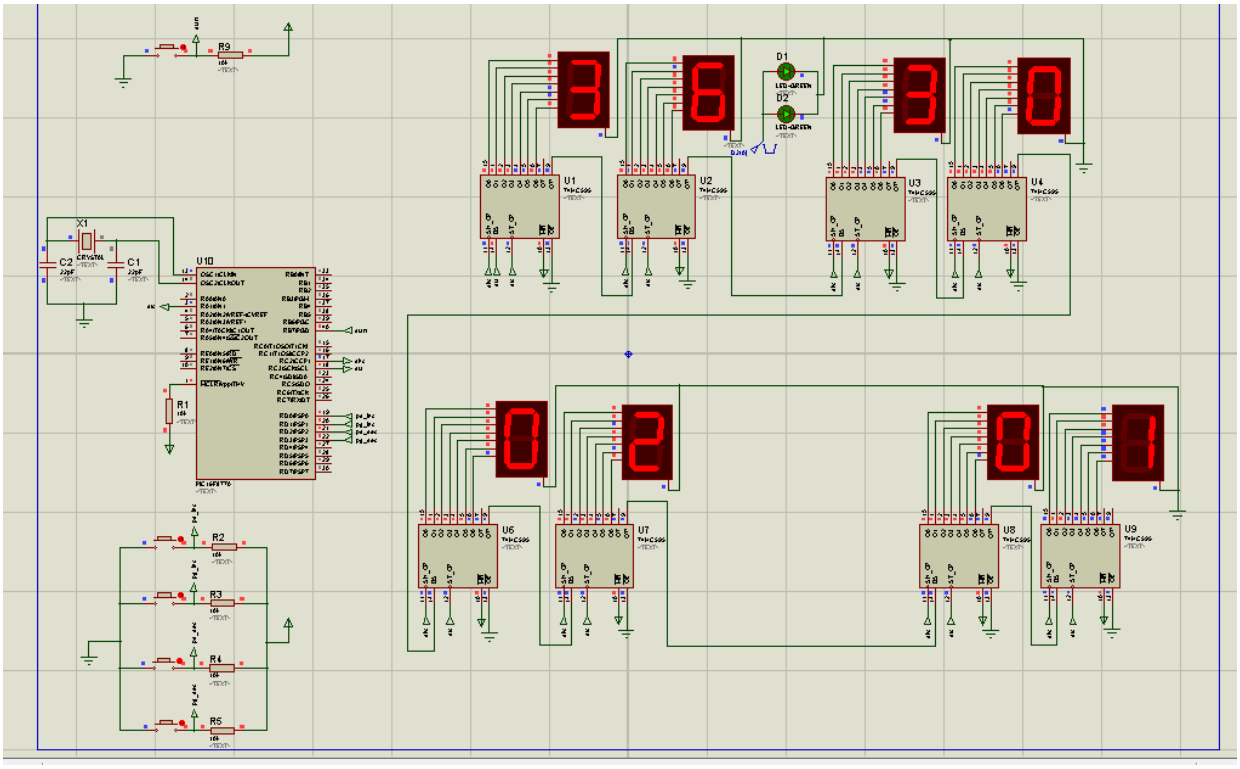
-PIC mikrokontroler PIC16F877A
-Pomerački registar 74HC595
-7-segmentni displej
-Kvarcni oscilator
-Keramički kondenzatori
-LE diode
-Otpornici
-Tasteri

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu objašnjen je način rada fudbalskog semafora koji prikazuje rezlutat i proteklo vreme igre. Moguće je unaprediti ovaj sportski semafor dodavanjem komponenata, proširenjem ploče i programa tako da bude funkcionalan za više sportova.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan u okviru timskog projekta u petom semestru na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi. Autori se zahvaljuju prof. dr Vesni Paunović i Milošu Đorđeviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta i pisanju rada.



Slika 6. Celokupna šema projekta

LITERATURA

[1] http://proteus-7-professional.software.informer.com/
[2] Vesna Paunović, Predavanja iz predmeta "Optoelektronika", Niš 2015
[3] Miloš Đorđević, Praktikum za laboratorijske vežbe iz predmeta "Optoelektronika", Niš 2015
[4] Stojan Ristić, "*Elektronske komponente*", Elektronski fakultet Niš, pp.9-10, 2011

Merenje kašnjenja odziva prilikom rutiranja

Nikola Popović, Miljan Milić, Dejan Janojlić

Sadržaj - U ovom radu određeno je vreme kašnjenja odziva prilikom rutiranja na osnovu izmerenih vremena obrade ping paketa poslatih direktno od izvornog do odredišnog računara i indirektno preko rutera. Za pingovanje je korišćen veliki broj ICMP (Internet Control Messaging Protokol) paketa. Postupkom dekonvolucije u softverskom paketu *Mathematica* izračunato je vreme kašnjenja odziva koje unosi korišćeni ruter.

I. UVOD

Svaka računarska mreža se sastoji od jednog ili više rutera, ali obično i iz više ruta između tih rutera. Da bismo proverili da li je mreža u funkciji, moguće je koristiti softverski alat „Ping“. Ovaj alat omogućava merenje vremena putovanja paketa koji se sa početne tačke šalje do odredišta i koji se sa odredišta vraćaju pošiljaocu. Ime alata dolazi od terminologije aktivnog sonara, koji šalje zvučni impuls, a zatim osluškuje primljene eho signale da bi detektovao podvodne objekte. Uglavno je sve što je potrebno da preko računara u cmd konzoli ukucamo naredbu ping, zatim ip adresu odredišta, i sačekamo da vidimo da li su paketi uspešno stigli do odredišta. U slučaju da nijedan paket ne stigne do odredišta, potrebno je da se izvrši provera fizičke konekcije između računara i rutera, kao i provera da li je ruter uključen.

Mrežno kašnjenje predstavlja veoma važnu karakteristiku svake telekomunikacione/računarske mreže. Kašnjenje je vreme koje je potrebno da delić informacije stigne od jednog čvora ili krajnje tačke mreže do drugog. Ovo kašnjenje može biti različito, zavisno od fizičke pozicije zadatih komunikacionih čvorova. Iako je korisnicima najbitnije ukupno kašnjenje mreže, inženjeri obično obavljaju precizna merenja. Stoga se obično navode maksimalna i srednja vrednost kašnjenja, a mrežno kašnjenje se deli na:

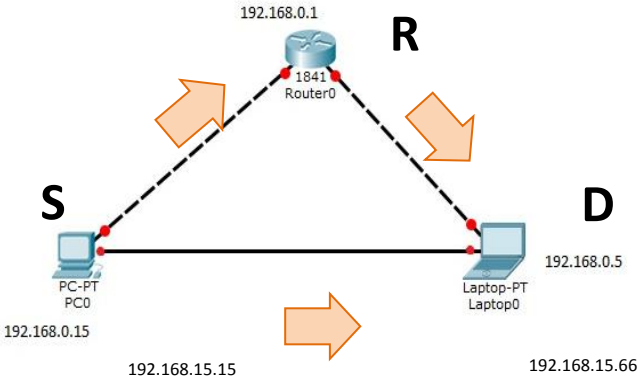
- Procesno kašnjenje – vreme koje ruteri utroše na ispitivanje heder-a paketa
- Kašnjenje redova – vreme koje paket provede u redovima čekanja
- Predajno kašnjenje – vreme koje je potrebno da se bitovi iz paketa prenesu na fizički link
- Propagaciono kašnjenje – vreme koje je potrebno da signal stigne do odredišta

Internet Control Messaging Protokol (ICMP) je protokol mrežnog sloja koji obezbeđuje mehanizme za dijagnostiku eventualnih problema unutar mreže. ICMP obezbeđuje povratnu spregu u vezi sa problema u komuniciranju unutar određenog okruženja. Primeri upotrebe ICMP-a uključuju slučajeve kada paket ne može da stigne do odredišta, kada ruter nema dovoljnu veličinu bafera da bi ga prosledio ili kada ruter može da uputi poruku preko kraće putanje.

Ping je komanda namenjena administratorima računarske mreže koja se koristi za testiranje dostupnosti odredišnog računara na IP mreži i za merenje vremena za koje se poruka poslata od izvorišnog do odredišnog računara vrati nazad. Primeri nekih opcija koje mogu biti dopuštene: navođenje veličine paketa koji se šalje, broj provera koje se izvršavaju, interval između dva paketa, itd.

II. MREŽNA POSTAVKA

Za merenje kašnjenja je iskorišćena postavka prikazana na slici 1. Kada računar S šalje paket ka računaru D direktno, kašnjenje je minimalno jer u mreži nema drugih uređaja i celokupno kašnjenje potiče od mrežne opreme ova dva računara. U drugom slučaju, računar S može poslati paket ka odredištu D preko releja R, i tada u kašnjenju pored prethodnog direktnog kašnjenja postoji i komponenta koja se odnosi na relej, odnosno u ovom slučaju ruter R. Ruter je podešen tako da se odgovarajući saobraćaj prosleđuje od izvora do odredišta, i obrnuto. Kada je mrežna konfiguracija postavljena kao u ovom drugom slučaju, preko rutera R, logično je očekivati da ukupno kašnjenje bude nešto veće.



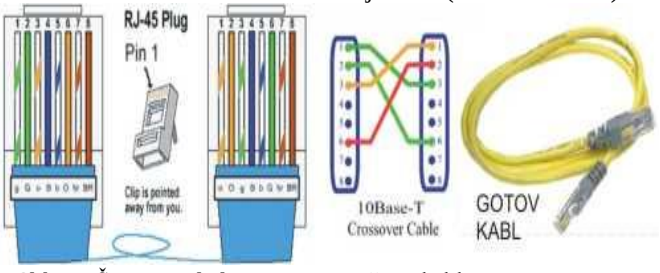
Slika 1. Međusobno povezivanje računara i rutera.

Međutim, kako se radi o složenim sistemima čije funkcionisanje zavisi od velikog broja činilaca, mrežno kašnjenje predstavlja stohastičku (slučajnu) veličinu.

Nikola Popović, Miljan Milić i Dejan Janojlić su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: nikolap85@gmail.com, miljan993@hotmail.com, dekislash93@gmail.com.

Prema tome, ono ima svoju srednju vrednost, minimalnu i maksimalnu vrednost, ali i čitav spektar vrednosti između ovih granica.

Pored lapop računara kao odredišta, za realizaciju projekta merenja smo koristili jedan ruter, i još jedan desktop računar koji je bio izvor paketa. Za direktnu vezu između izvora i odredišta je bio potreban ukršteni mrežni kabl sa RJ45 konektorima na krajevima (*crossover* kabl).



Slika 2. Šema i izgled *crossover* mrežnog kabla.

Za prenos podataka dovoljne su samo dve parice odnosno belo-zelena, zelena, belo-narandžasta, narandžasta. Ostale parice mozemo iskoristiti za napajanje nekog uređaja na principu PoE (Power over Ethernet). Kasnije smo za vezu između laptop računara i desktop računara koristili taj isti kabl.

III. TEORIJSKA OSNOVA

Obeležimo mrežno kašnjenje u slučaju direktne veze računara sa X. Ovim simbolom smo označili slučajnu promenljivu čije realizacije u toku vremena predstavljaju konkretno kašnjenje svakog pojedinačnog paketa. Neka je, sa druge strane, u slučaju kada imamo ruter između ova dva računara, mrežno kašnjenje Y. Tada možemo da pišemo:

$$Y = X + T, \tag{1}$$

gde je T slučajna promenljiva koja predstavlja mrežno kašnjenje rutera. Kao što se vidi, pretpostavka je da i kašnjenje rutera zavisi od velikog broja teško predvidivih, ili nepredvidivih događaja, pa se može smatrati slučajnom promenljivom.

Kada su u pitanju slučajne promenljive, njihova primarna karakteristika jeste gustina raspodele verovatnoće. U ovom trenutku je pogodno prisetiti se pretpostavke ergodičnosti i ad-hoc je prihvatiti u slučaju naše mrežne postavke. Ovim dopuštamo da su statističke osobine posmatrane po vremenu i ansamblu sasvim iste. U tom smislu, prikupljanjem velike količine vremenskih podataka o kašnjenju možemo doći do gustine raspodele verovatnoće kašnjenja. Neka je gustina raspodele verovatnoće slučajne promenljive X označena kao p_X. Slično tome, neka su gustine raspodele verovatnoća slučajnih promenljivih Y i T, p_Y i p_T. U tom slučaju važi da je:

$$p_Y = p_X * p_T, \tag{2}$$

gde je simbolom (*) označena operacija konvolucije.

Kada su, na osnovu velikog broja merenja i pretpostavke o ergodičnosti, poznate raspodele p_Y i p_X, potrebno je odrediti p_T, čije merenje nije moguće izvesti direktno. Matematička operacija koja omogućava dobijanje p_T se u tom slučaju naziva dekonvolucijom.

Najjednostavniji način dekonvolucije signala se zasniva na Furijeovoj transformaciji, odnosno karakterističnim funkcijama. Neka su karakteristične funkcije slučajnih promenljivih X, Y i T obeležene redom $\Psi_X(j\Omega)$, $\Psi_Y(j\Omega)$ i $\Psi_T(j\Omega)$. Tada važi da je:

$$\Psi_Y(j\Omega) = \Psi_X(j\Omega) \cdot \Psi_T(j\Omega)_{,,} \tag{3}$$

odnosno:

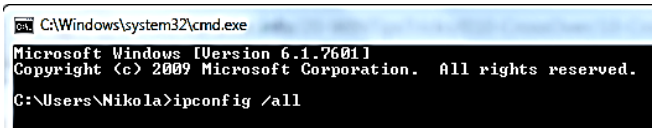
$$p_T = F^{-1}\{ F[p_Y] / F[p_X] \}, \tag{4}$$

gde simbol $F(\cdot)$ obeležava Furijeovu transformaciju, a $F^{-1}(\cdot)$ inverznu Furijeovu transformaciju.

Raspodele p_Y i p_X su dobijene kao histogrami iz skupa podataka izmerenog kašnjenja u jednom i drugom slučaju, uz normalizaciju koja se nameće kao osnovni uslov verovatnoće. Za crtanje histograma koristili smo programski paket „*Matlab*“. Pre unosa podataka u Matlab, bilo je nephodno da rezultate sredimo pomoću nekog programa za obradu teksta u oblik koji nam je bio potreban, za šta smo koristili programa Microsoft Word.

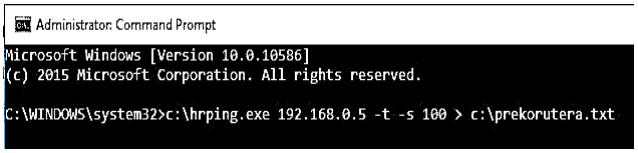
IV. PRAKTIČNI POSTUPAK

Realizacija projekta je započeta otkrivanjem IP adrese rutera kao i IP adrese odredišnog računara koje koristimo u projektu. Dodeljene IP adrese smo otkrili pomoću **cmd** konzole na odredišnom računaru, upisivanjem naredbe **ipconfig /all.**



Slika 3. Prikaz naredbe u cmd konzoli.

Ovom naredbom dobijamo informacije o dostupnim internet „adapterima”, odnosno mrežnim interfejsima sa kojima je računar povezan (*wireless, local area network* 1, 2, 3) i na osnovu toga vidimo IP adresu računara kao i njegov *gateway*, odnosno IP adresu rutera. Kada smo saznali potrebne IP adrese, sledeći korak je bio prikupljanje podataka o kašnjenju paketa izmedju izvora i odredišta, preko direktne i indirektne rute. Pošto standardna komanda **ping** daje rezultate u *ms* (milisekundama), da bismo dobili preciznije podatke merenja koristili smo softverski alat **hrping**. Zbog smanjenja vremena čekanja na prikupljanje podataka velikog broja paketa, povećali smo parametar slanja paketa na 100, tako da smo za 1 sekundu slali 100 ping paketa. Dobijene rezultate smo čuvali u .txt dokumentu. Da bismo koristili komadnu hrping morali smo da pokrenemo konzolu iz administratorskog moda.

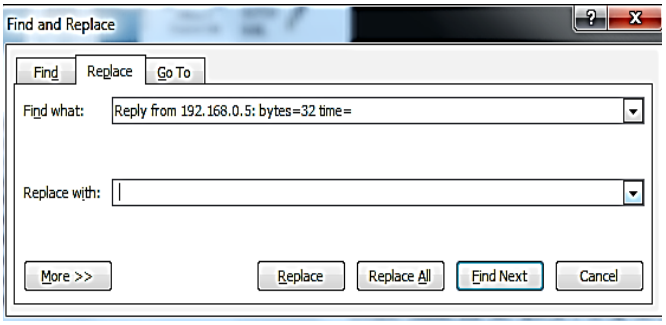


Slika 4. Pingovanje odredišnog računara preko indirektne rute, naredbom hrping.

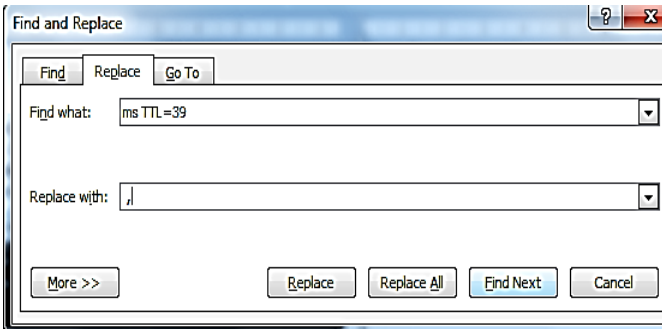


Slika 5. Pingovanje odredišnog računara preko direktne rute.

Dobijene rezultate koje smo upisivali u .txt fajl smo preradili pomoću Microsoft Word programa korišćenjem prečice CTRL + F kojim se otvara prozor prikazan na slici 6.



a.)



b.)

Slika 6. Zamena naznačenih delova blanko znakom i zarezom.

Od dobijenih rezultata nacrtali smo histogram u matlab-u pomoću odgovarajućeg kôda. Proces je bilo potrebno ponoviti dva puta, jednom za rezultate koji su dobijeni direktnim pingovanjem između dva računara, a drugi put za podatke koje smo dobili pingovanjem preko rutera.

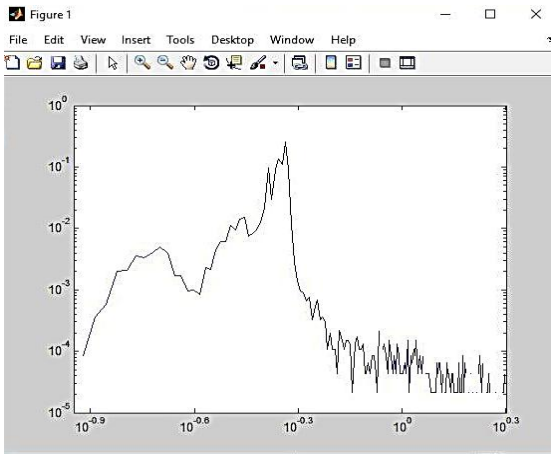
Kôd u matlab-u za crtanje histograma u logaritamskoj razmeri:

```
A=importdata('prekorutera.txt');
xstep=1;
x=0.3;0.01;5;
[rhist xhist]=hist(A,x);
hist_norm=rhist/(xstep*length(A));
loglog (xhist,hist_norm)
```

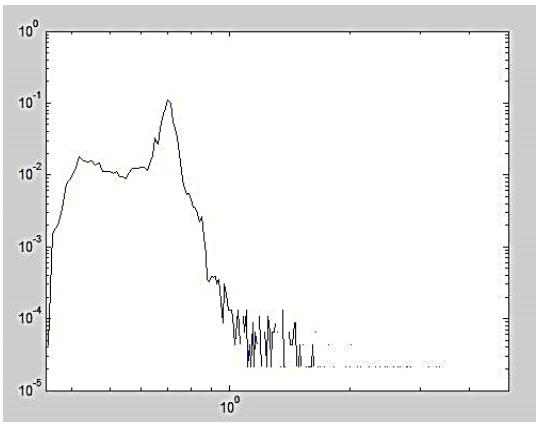
Promenljiva "A" nam služi za unos podataka iz odgovarajuće .txt datoteke. Promenljiva „x" nam predstavlja minimalnu vrednost, korak crtanja histograma i maksimalnu vrednost respektivno. Prikazani kôd koristimo i za drugo merenje, samo se menja promenljiva "A":

```
A=importdata('direktno.txt');
```

Pomoću prethodnog kôda dobijamo sledeće histograme:



a.) Direktna ruta

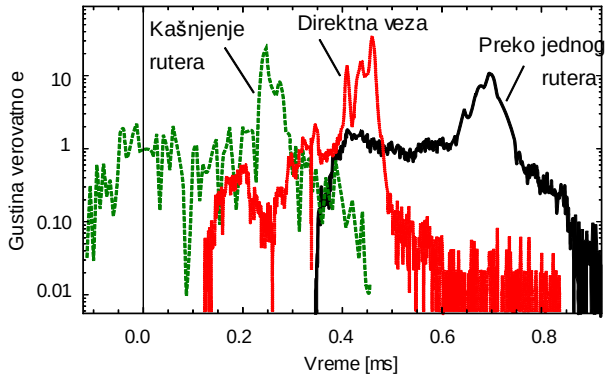


b.) Indirektna ruta

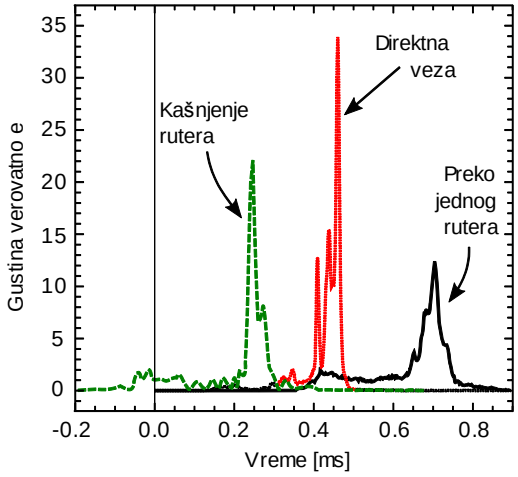
Slika 7. Histogram kašnjenja direktne i indirektne rute.

Na slici 7 se može uočiti da kašnjenje paketa ima izvestan raspon vrednosti unutar kojih se kreće, zavisno od konkretnih uslova u svakom trenutku vremena, a koje nije moguće unapred predvideti. Kako vremenska skala na *x*-osi nije ista na slikama 7.a i 7.b, na prvi pogled se može učiniti da je kašnjenje veće u slučaju direktne rute. Međutim, na slici 8 su obadve gustine raspodele prikazane u istoj razmeri, tako da se jednostavno može uočiti da je kašnjenje nešto veće u slučaju indirektne veze.

Primenom postupka dekonvolucije na dobijene grafike dobijamo kašnjenje signala koje potiče od rutera. Za realizaciju postupka dekonvolucije dobijenih rezultata, koristili smo programski paket "*Mathematica*" gde smo unosom odgovarajućeg kôda za dekonvoluciju dobili sledeće grafike (sl. 8 i 9).



Slika 8. Grafik funkcije gustine verovatnoće kašnjenja u logaritamskoj razmeri.



Slika 9. Grafik dobijen postupkom dekonvolucije u programskom paketu Mathematica.

Kôd u programskom paketu *Mathematica*, koji smo koristili za dekonvoluciju je veoma jednostavan:

```
t1=Table[e[x],{x,0,3.5,3.5/2500}];
t2=Table[h[x],{x,0,3.5,3.5/2500}];
t4=ListDeconvolve[t1,t2];
t5=Transpose[{Table[x/Pi,{x,0,3.5,3.5
/2500}],2500/Pi*t4}];
```

Funkcije $e[x]$ i $h[x]$ su funkcije gustine verovatnoće vremena odziva na direktnoj vezi i indirektnoj vezi preko rutera, respektivno. Kôd koji smo koristili za definisanje funkcije $e[x]$ se zasniva na linearnoj interpolaciji normalizovanog histograma:

```
c=N[HistogramList[a,2000,"PDF"]];
d=Transpose[{Drop[c[[1]],-
1],c[[2]]}];
AppendTo[d,{0,0}];
e=Interpolation[d,InterpolationOrder→
1]
```

gde je *a* - niz podataka dobijenih direktnim pingovanjem između dva računara. Slično se definiše i $h[x]$, sa razlikom što se ulazni podaci odnose na indirektnu vezu računara.

Na slikama 8 i 9 su prikazane po tri krive:

- gustina raspodele verovatnoće kašnjenja paketa prilikom direktne veze računara,
- gustina raspodele verovatnoće kašnjenja za pakete koji se prenose indirektnim putem, preko rutera
- gustina raspodele verovatnoće kašnjenja koja je dobijena dekonvolucijom i odnosi se na vreme koje je potrebno ruteru da obradi paket i prosledi ga dalje, odnosno kašnjenje koje unosi ruter.

Sa krive u linearnoj razmeri (sl 9) možemo direktno da pročitamo srednje kašnjenje rutera i ono u našem slučaju iznosi oko 0,25 ms. Naravno, ova vrednost se odnosi na dvostruku vrednost kašnjenja jer se paketi rutiraju i u odlaznom, kao i u dolaznom smeru. Prema tome, procenjena srednja vrednost kašnjenja konkretnog rutera iznosi oko 0,125 ms.

V. Zaključak

Dobijeni rezultat za srednje kašnjenje koje unosi ruter i koje u konkretnom slučaju iznosi 0,125 ms je u skladu sa početnim očekivanjima. Iako ruter unosi relativno malo kašnjenje, uvek je sa stanovišta kašnjenja poželjno koristiti mrežu sa manjim brojem rutera. Preciznije rečeno, u zavisnosti od zahteva projektovanja zadate mreže, dobijeni rezultat je bitan u donošenju odluke o načinu povezivanju određenog broja mrežnih uređaja.

Zahvalnica

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Komutacije i rutiranje, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 7. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska i softverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

Literatura

[1] Jean-YvesS Le Boudec, Patrick Thiran, Network calculus, A Theory of Deterministic Queuing Systems for the Internet, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2001

[2] Cisco Systems, Inc., Internetworking Technologies Handbook, 4th Edition, Cisco Press, 2003

[3] Wikipedia, „Packet switching“,dostupno putem interneta na: https://en.wikipedia.org/wiki/Packet_switching

[4] R.W.Hamming, Numerical Methods for Scientists and Engineers, Dover Publications; 1987

Filter optičkog pojačavača za niske bitske brzine

Dušan Kostadinović, Dušan Gidić

Sadržaj – U ovom radu je predstavljena jedna realizacija glavnog filtera namenjenog za optički prijemnik. Predviđeno je da prijemnik ima propusni opseg od 1 MHz, što ga čini pogodnim za bitsku brzinu do 2 Mb/s u slučaju formata impulsa bez povratka na nulu, ili 1 Mb/s ako su u pitanju impulsi sa povratkom na nulu.

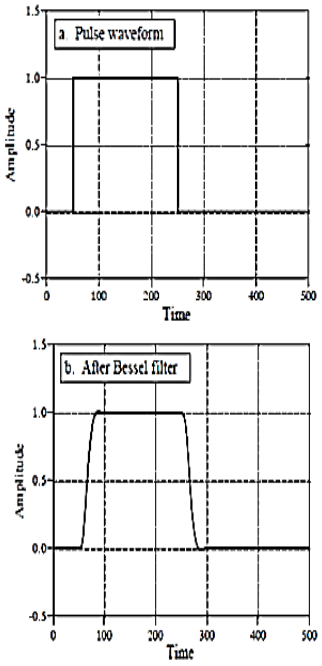
I. UVOD

Telekomunikacioni prijemnici po pravilu imaju ograničeni propusni opseg koji im omogućava da optimizuju odnos između signala i šuma u kolu za odlučivanje. Prema tome, potrebno je da se talasni oblik signala na predaji posmatra u kontekstu ograničenog propusnog opsega. Pitanje koje se u tom smislu nameće jeste upravo koliki propusni opseg treba izabrati. Ukoliko je propusni opseg prijemnika manji, biće manji i šum. Međutim, ako se sa druge strane propusni opseg smanji previše, doći će do pojave intersimbolske interferencije, jer je potrebno dovoljno vremena kako bi se signal prebacio sa jednog digitalnog nivoa na drugi. Kao posledica ovoga dolazi do zatvaranja „otvora oka“. Potrebni propusni opseg treba da bude dovoljno veliki kako ne bi došlo do primetnog zatvaranja otvora oka.

Pored veličine propusnog opsega prijemnika, i izgled presnosne karakteristike sistema znatno utiče na talasne oblike signala. Tri tipa analognih filtara koji se najčešće koriste su Čebiševljev (Chebyshev), Batervortov (Butterworth) i Beselov (Bessel). Svaki od njih je dizajniran da optimizuje različite parametre. Složenost svakog filtra može se podesiti izborom broja polova i nula. U tom smislu, Beselova prenosna funkcija omogućava najbolje karakteristike signala u vremenskom domenu. Iako su u frekvencijskom domenu karakteristike ovakvog filtera inferiorne u odnosu na neke druge tipove filtera - kada se razmatra sposobnost da se potisnu signali viših frekvencija, Beselovi filteri imaju superiorne karakteristike u vremenskom domenu tako da minimalno izobličavaju dijagram oka. Beselov filtar je optimizovan za najmanje izobličenje impulsa uMomčilo M. Pejović, Snežana M. Golubović, Goran S. Ristić, Aleksandar B. Jakšić *Opšti kurs fizike: zbirka rešenih zadataka,* Elektronski fakultet, Niš vremenskom domenu. U odzivu Beselovog filtra nema ni premašenja, ni oscilacija, a i kašnjenje odziva je znatno manje u odnosu na kašnjenje u odzivima drugih, prethodno pomenutih filtara. Beselovi filteri imaju ovu osobinu zbog toga što je njihovo grupno kašnjenje unutar propusnog opsega skoro konstantno.

Dušan Kostadinović i Dušan Gidic su studenti treće godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: dusan.kostadinovic@ outlook.com, dusangidic@yahoo.com.

Mnoge primene ne tolerišu loše performanse u odzivu na impulsnu pobudu. One predstavljaju „raj“ za Beselove fitre, jer u ovakvim uslovima oni rade besprekorno; bez premašenja i sa simetričnim ivicama.Ovo je predstavljeno na sledecoj slici.

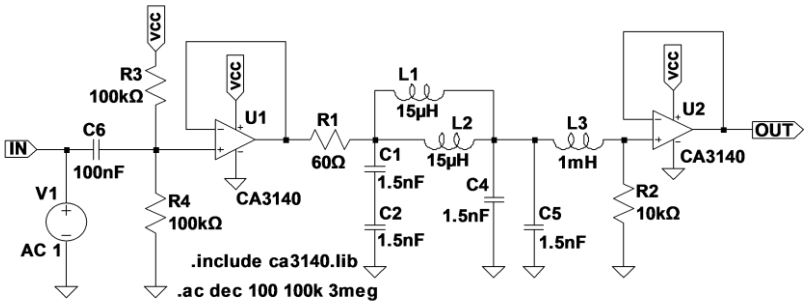


Slika 1. Primer odziva jednog Beselovog filtera na pobudu pravougaonim impulsom.

Uobičajeno je da digitalni prijemnici imaju filter čija je prenosna funkcija Beselova aproksimacija idealnog filtera. Razlog za ovo leži u tome što je u tom slučaju funkcija grupnog kašnjenja maksimalno ravna i tada su efekti džitera minimalni. Takođe je uobičajeno da se u optičkim prijemnicima koriste Beselovi filteri četvrtog reda, pa je zbog toga u ovom radu razmatrana realizacija upravo takvog filtera. Predviđeno je da se filter može upotrebiti u različitim uslovima, pa je potrebno obezbediti aktivni ulazni i izlazni stepen filtera - tako da impedanse na ulazu i izlazu ne utiču na karakteristike filtera.

II. IDEJNO REŠENJE

Jedna od glavnih odluka koju smo trebali da donesemo pre početka izrade jeste – da li ćemo se odlučiti za pasivnu ili aktivnu realizaciju filtera. Pasivni filteri

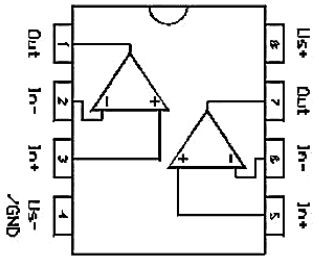


Slika 2. Idejno rešenje filtera sa aktivnim ulaznim i izlaznim stepenima.

zahtevaju manji broj elemenata, ali je obično potrebno obezbediti ulazni i izlazni stepen koji neće poremetiti njihove karakteristike. Sa druge strane, aktivni filtri su jednostavniji za podešavanje, ne zahtevaju kalemove, ali su podložni ograničenjima usled karakteristika aktivnog elementa.

Naša odluka je bila da koristimo pasivnu realizaciju, kao jednostavniji dizajn, a delimično i zbog mogućnosti da se izbegnu ograničenja usled aktivnog elementa. Predvideli smo najjednostavniji ulazni stepen sa velikom impedansom i izlazni stepen sa malom impedansom. Ove stepene smo zamislili u obliku najjednostavnijih konfiguracija operacionih pojačavača sa jediničnim pojačanjem, kao što je prikazano na slici 2. Da bismo omogućili da frekvencijske karakteristike operacionih pojačavača ne utiču na ukupnu prenosnu karakteristiku, potrebno je izabrati operacione pojačavače koji imaju mnogo veću graničnu frekvenciju jediničnog pojačanja od propusnog opsega filtera koji projektujemo.

Za izradu prototipa je predviđeno integrisano kolo CA3240E, koje se sastoji od dva nezavisna operaciona pojačavača, prvenstveno zbog frekventne karakteristike odnosno rada na frekvencijama do 4.5MHz, a zatim i zbog napajanja kola koje je „single supply“, odnosno jednostrano, što pojednostavljuje napajanje. Kolo CA3240E obezbeđuje aktivan ulazni i izlazni stepen filtra, odnosno ulazni stepen filtra koji ima veliku ulaznu otpornost, a malu izlaznu otpornost. Unutrašnja struktura i raspored pinova integrisanog kola CA3240E prikazan je na slici 3.



Slika 3. Unutrašnja struktura i raspored pinova integrisanog kola CA3240E.

Blok napajanja se sastoji od linearnog stabilizatora napona LM78L05 sa pratećim komponentama. Dioda 1N4007 služi za zaštitu stabilizatora od eventualne inverzne polarizacije. Korišćena su dva elektrolitska kondenzatora vrednosti 10μF od kojih jedan na izlazu služi za dodatnu filtraciju napona stabilizatora, dok ulazni služi za zaštitu od samooscilovanja stabilizatora.

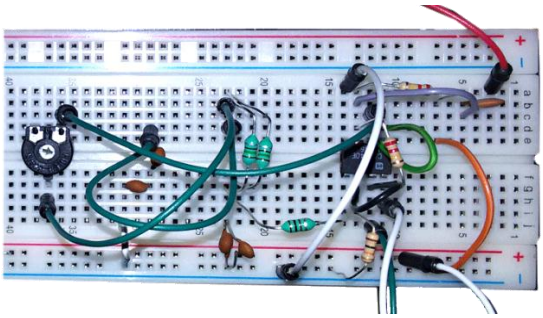
Filter sa Beselovom karakteristikom je realizovan od pasivnih komponenti odnosno kalemova, kondenzatora i otpornika. Vrednosti elemenata filtera smo morali da preračunamo uz profesorovu pomoć, s obzirom da nismo uspeli da pronađemo gotovi kalkulator koji omogućava direktno dobijanje vrednosti elemenata. Na ulazu filtera je korišćen keramički disk kondenzator vrednosti 100nF koji služi za odvajanje jednosmerne komponente signala koja dolazi iz generatora funkcija zajedno sa signalom za obradu, koji kondenzator propušta. Na neinvertorskom ulazu je dovedena polovina napona napajanja preko naponskog razdelnika koga čine dva otpornika vrednosti 220K. Operacioni pojačavači rade kao naponski baferi (transformatori imedanse), od kojih jedan služi da obezbedi veliku ulaznu otpornost na ulazu a drugi malu izlaznu otpornost na izlazu kola. Kompletna šema prototipa, realizovana u programu LT Spice, data je na slici 2.

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA KOLA NA PROTOPLOČI

Za praktičnu realizaciju i testiranje početne ideje, za koju je najpre izvršena simulacija u LT spice-u, korištena je proto-ploča. Prednosti proto-ploče se ogledaju u brzom i jednostavnom povezivanju elektronskih komponenti, a takođe i u veoma jednostavnoj zameni istih ukoliko je to potrebno. Na slici 4 je prikazan izgled proto-ploče sa povezanim elementima koji realizuju filter.

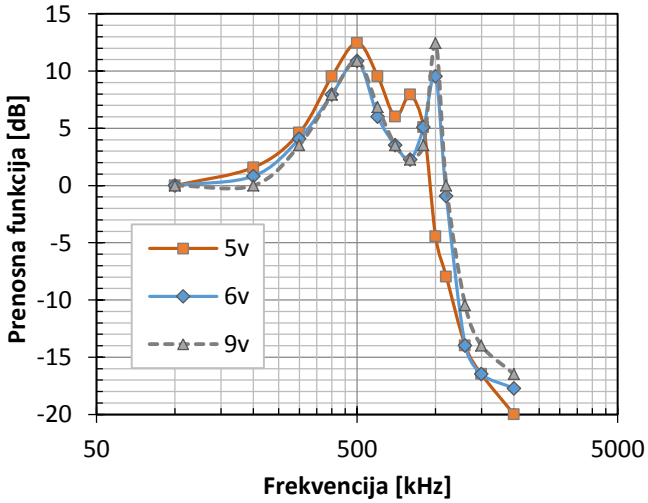
Povezane komponente, prema projektnoj šemi su priključene na jednosmerni izvor napajanja i na ulazni deo kola je bio doveden signal za obradu. Na osciloskopu je posmatran izlazni napon u odnosu na ulazni za tri različite vrednosti napona napajanja kola (5V, 6V i 9V). Za svaki od navedenih napona napajanja kola, praćen je izlazni signal kola u odnosu na ulazni uz promenu frekvencije ulaznog signala. Testiranje je vršeno sa početnom

frekvencijom ulaznog signala od 100 Hz do 2 MHz sa korakom od 100 Hz.



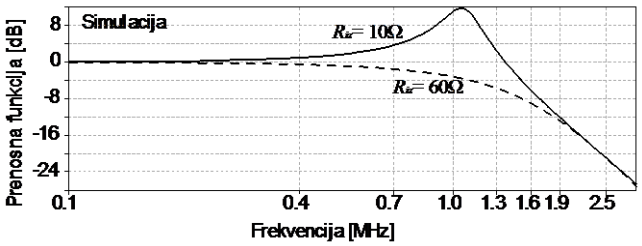
Slika 4. Fleksibilna realizacija filtera na proto-ploči.

Prilikom prvog testiranja zabeleženi su sledeći rezultati koji su predstavljeni grafički na slici 5.



Slika 5. Naponska prenosna karakteristika kola realizovanog na proto-ploči, u frekvencijskom domenu.

Testiranjem i pregledom dobijenih rezultata uočeno je odstupanje karakteristike filtera od predviđene karakteristike. Nedostatak kola je bila suviše mala izlazna otpornost operacionog pojačavaca koji služi kao aktivni ulazni deo filtera, odnosno ulazna otponost filtera realizovanog od pasivnih komponenti. Promenom ove otpornosti, u simulacijama se dobija prenosna karakteristika sa premašenjem (slika 6), koja ima sličan izgled izmerenoj.

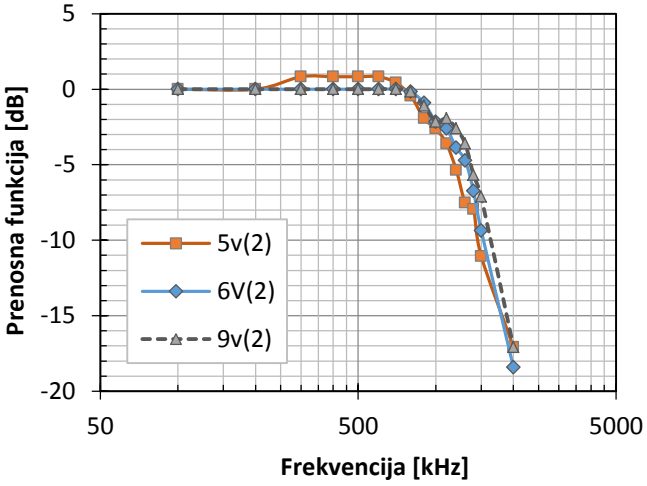


Slika 6. Simulirana prenosna karakteristika filtera, sa različitim vrednostima izlazne impedanse operacionog pojačavča.

Naš filter je projektovan tako da ima pravilnu karakteristiku kada je izlazna otpornost operacionog pojačavača 60 Ω, što je vrednost koja je navedena u kataloškim podacima integrisanog kola. Međutim, ono u šta smo se očigledno uverili je da ova vrednost nije konstanta i da zavisi od napona napajanja, kao i da je verovatno navedena najveća moguća vrednost, dok je realna vrednost u našem slučaju daleko manja. Nedostatak je otklonjen dodavanjem promenljivog odpornika do 100 Ω na izlaz operacionog pojačavača, čijim podešavanjem se može dobiti da ukupna izlazna impedansa bude 60 Ω, kako smo i predvideli na početku.

Procedura podešavanja se sastojala u tome da na ulaz kola dovedemo signal frekvencije 1 MHz, a da zatim podešavanjem potenciometra dobijemo da je amplituda napona na izlazu za 3 dB manja od amplitude ulaznog napona. S obzirom da je ovo upravo i definicija propusnog opsega kola, nakon podešavanja smo sigurni da je propusni opseg onoliki koliko je i potrebno. Podešavanje je izvršeno za napon napajanja od 5V.

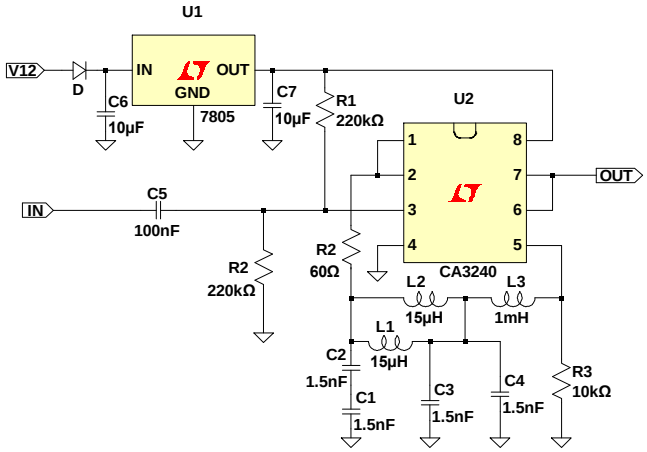
Nakon otklanjana nedostataka kola, izvršena su merenja kao i u predhodnom postupku. Ovim testiranjem, zabeleženi su rezultati koji su bili približne vrednosti predviđenim rezultatima. Zabeleženi rezultati predstavljeni su grafički na slici 7.



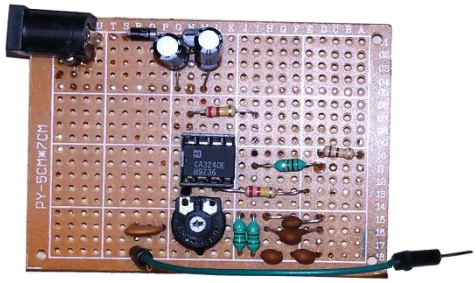
Slika 7. Prenosna karakteristika kola nakon preciznog podešavanja impedanse.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA KOLA NA RASTER PLOČI

Za konačnu realizaciju prototipa korišćena je raster ploča. Odlučili smo da za napajanje koristimo najmanji napon koji je bio upotrebljiv i zbog toga smo u konačnoj verziji stavili stabilizator napona koji daje stabilnu vrednost napajanja od 5V. Detaljna šema povezivanja, u skladu sa rasporedom nožica integrisanih kola data je na slici 8.



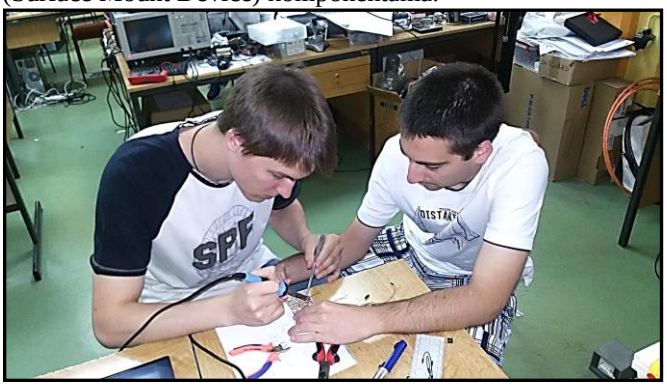
Slika 8. Detaljna šema povezivanja.



Slika 9. Izgled prototipa realizovanog na raster-ploči.

Na raster ploči dimenzija 5x7 cm pričvršćene su komponente lemljenjem. Prednosti povezivanja komponenata na raster ploči su mehanička čvrstoća i bolji električni spojevi u odnosu na proto-plocu. Izgled povezanih komponenti na raster ploči je predstavljen na slici 9. Iako smo u početku predvideli da na izlazu ulaznog stepena stavimo fiksni otpornik od 60 Ω, od te namere smo odustali i umesto fiksnog otpornika stavili trimer-potenciometar. Razlog za ovu odluku je u fleksibilnosti, jer pretpostavljamo da će promenom integrisanog kola biti potrebno da se u svakom pojadinačnom slučaju podesi granična frekvencija. S obzirom da postoji veliki broj različitih integrisanih kola sa identičnim rasporedom nožica kao kod CA3240E, postavili smo podnožje koje nam omogućava da jednostavno zamenimo integrisano kolo nekim kompatibilnim, u svrhu istraživanja.

Testiranje povezanih komponenti na ovakav način bilo je slično testiranju povezanih komponenti na proto-ploči. Uočeno je da su rezultati merenja, u odnosu na predhodna merenja najpribližniji očekivanim rezultatima odnosno predviđenim rezultatima. Veoma jednostavna struktura ovog filtera omogućava da i njegove dimenzije budu veoma male, što je povoljno za realizaciju sa SMD (Surface Mount Device) komponentama.



Slika 10. Fotografija iz laboratorije, u toku izrade prototipa.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je jedna od mogucih realizacija filtera optičkog pojačavača za niske bitske brzine koji se primenjuje u optičkim komunikacionim sistemima. Komponente su izabrane po kriterijumu ekonomičnosti, odnosno male cene koštanja, ali tako da zadovoljavaju postavljene zahteve. Izmerene su karakteristike realizovanog prototipa i rezultati merenja su pokazali da dobijena prenosna karakteristika filtrera ne odstupa značajno od teorijski idealne karakteristike.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 6. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Casimer DeCusatis, "Handbook of Fiber Optic Data Communication, A Practical Guide to Optical Networking", Academic Press, 2013
[2] Wikipedia, „Bessel filter“, dostupno putem interneta na: https://en.wikipedia.org/wiki/Bessel_filter
[3] D. Milić, „Optičke telekomunikacije“, Elektronski fakultet, 2016.
[4] Texas Instruments, „LM340, LM340A and LM7805 Family Wide V IN 1.5-A Fixed Voltage Regulators“, kataloški podaci: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm7805.pdf
[5] Intersil, “CA3240, CA3240A, Dual, 4.5MHz, BiMOS Operational Amplifier with MOSFET Input/Bipolar Output”, kataloški podaci, dostupno putem interneta: https://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/ca32/ca3240-a.pdf

Projektovanja verifikacionog okruženja po eRM metodologiji u softverskom alatu Specman

Đorđe Veličković, Miloš Mitić

Sažetak - U okviru ovog rada prikazani su osnovni koncepti eRM metodologije koja se koristi za funkcionalnu verifikaciju koda napisanog u HDL jezicima. Detaljno je prikazana struktura verifikacionog okruženja u eRM-u kao i svi njeni delovi (agenti). Deo rada posvećen je i samom e programskom jeziku u kome se pišu okruženja po eRM metodologiji.

I. KONCEPT VERIFIKACIJE

Usled porasta potražnje na tržištu i usložnjavanja zahteva korisnika, industrija proizvodnje čipova mora da raste i usavršava se kao nikada ranije. Sistem na čipu *SoC* (*System on chip*), koji je po definiciji, ceo sistem smešten na jednom čipu, zbog svojih mogućnosti integracije, dimenzija i postizanja različitih funkcionalnosti, je veoma zastupljen. Kako bi kompanije išle u korak sa tržištem potrebno je da u što kraćem roku izbacuju u ponudu nove čipove koji će zameniti starije verzije. Kako čipovi postaju sve komplikovaniji a vreme za koje je potrebno razviti ih se smanjuje jasno je da proces razvijanja čipa treba pojednostaviti i skratiti. Oko 70 % vremena koje se utroši na razvijanje novog čipa utroši se na verifikaciju dizajna i utvrđivanje njegove funkcionalnosti. Na osnovu ovakvih podataka jasno je da proces verifikacije treba ubrzati i učiniti efikasnijim. Ovo predstavlja jedan od najvećih izazova u modernoj industriji fabrikacije elektronskih čipova.

U opštem smislu pod verifikacijom se podrazumeva slanje stimulusa, koji je u skladu sa specifikacijom, uređaju koji se testira (*DUT – Device Under Test*) i praćenje njegovog ponašanja (slika 1) [1]. Tu se pre svega misli na proveru odziva DUT-a.

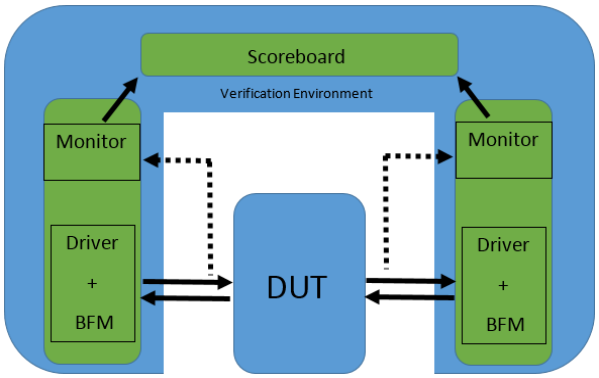


Slika 1. Ilustracija DUT-a sa pobudom i odzivom.

II. PODELA VERIFIKCIJE

A. Block Level verifikacija

Block level verifikacija za svoj cilj uglavnom ima nalaženje funkcionalnih bagova. Kao što joj i ime kaže verifikacija na ovom nivou se bavi samo jednim blokom mnogo većeg uređaja. Ne razmatra se povezivanje tog bloka sa drugim blokovima već isključivo njegova funkcionalnost na određeni stimulus. Na slici 2 je dat uobičajeni izgled verifikacionog okruženja za blok level verifikaciju.



Slika 2. Ilustracija verifikacionog okruženja.

Dato okruženje sastoji se od dva agenta i *Scoreboard-a*. Svaki od agenata u sebi sadrži deo koji je zadužen za drajvovanje signala i njihovo monitorisanje. U ovakvoj strukturi najčešće se jedan agent ponaša kao *master* a drugi kao *slave*. U *Scoreboardu-u* se porede rezultati koji su sakupljeni u monitorima.

Block level verifikacija ima svoje prednosti i mane. Velika prednost *block level* verifikacije je skraćeno vreme simulacije i lakši debag. Pored toga mogućnost da se blok testira nezavisno od ostatka dizajna verifikacionom inženjeru dosta olakšava posao. Uz lakše nalaženje grešaka na nivou bloka se lakše postiže visoka pokrivenost. Sa druge strane jasno je da ekstenzivna *block level* verifikacija produžava celokupno vreme verifikacije. To naravno znači i višu cenu.

B. System Level verifikacija

System level verifikacija podrazumeva testiranje kompletnog sistema sa povezanim zasebnim blokovima. U ovom verifikacionom procesu obično se nalaze greške u povezivanju *RTL* blokova. Verifikacija na ovom nivou će zapravo reći da li uređaj zaista radi ono što bi trebalo. Za razliku od *block level* verifikacije *system level* verifikacija je obavezna.

Đorđe Veličković i Miloš Mitić su master inženjeri elektrotehnike i računarstva za elektroniku i mikrosisteme, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000, Niš, Srbija. E-mail : velicko992.2@hotmail.com, mmitic@elfak.rs.

III. e JEZIK

e je HVL (*Hardware Verification Language*) jezik [2]. Kao što mu i ime kaže specijalizovan je za verifikaciju hardvera. Razvijen je 1992. godine od strane izraelskog inženjera *Yoava Holandera* koji ga je ugradio u svoj Specman softver. Jezik je razvijen tako da je nalaženje grešaka u *RTL* kodu maksimalno olakšano. Pisanje testova je, takođe, u velikoj meri olakšano a zbog strukture jezika jako lako se i zaključuje namena testa od strane treće osobe koja gleda kod. Inače, e je jedini jezik koji je razvijen samo za potrebe verifikacije. U e jeziku se primenjuju principi nasumičnog i ograničenog generisanja stimulusa, tako da je moguće korišćenjem testova sa različitim vrednostima stimulusa ostvariti veliku pokrivenost funkcionalnosti koju je potrebno proveriti testovima. e jezik se gotovo uvek primenjuje uz principe *eRM*-a (e *Reuse Methodology*).

U e jeziku razlikuju se dve vrste klasa. To su strukture i unit-i [3]. Strukture su dinamičke klase i njihov sadržaj se menja dok traje simulacija. Unit, je sa druge strane, statička klasa i njen sadržaj se generiše samo na početku simulacije i više se ne menja. Unit nije potrebno eksplicitno generisati već to Specman radi sam. Zbog ove činjenice, regeneracija unit-a nije dozvoljena. Unit poseduje jedan poseban atribut koji je od izuzetne važnosti za testiranje *RTL* koda. To je hdl_path(). Ovaj atribut služi za povezivanje verifikacionog okruženja sa dizajnom i biće detaljno objašnjen na primeru kasnije u radu.

Što se tiče atributa strukture oni se nazivaju članovi strukture i mogu biti: polja (fields), događaji (events), metode (*methods*), *TCM*-ovi (*Time Consuming Methods*) i portovi (*ports*).

A.Polja

Polja se mogu smatrati ekvivalentima promenjivih u e jeziku. Kao i u mnogim drugim jezicima promenjive mogu biti različitog tipa koji, pak, mogu biti predefinisani ili enumerisani. U nastavku su dati neki primeri tipova.

- uint – unsigned integer (0..2^32-1)
- uint(bits:13) – uint od 13 bita
- int – signed integer (-2^31..2^31-1)
- bool – boolean (TRUE, FALSE)
- bit – uint od jednog bita (0,1)
- byte – uint od 8 bita (0..255)
- type color_t: [GREEN, RED, BLUE] – enumerisani tip color_t koji može imati vrednosti GREEN, RED i BLUE

B.Događaji

Događaji (events) se postavljaju na ona mesta u kodu koja su od interesa za praćenje. Uglavnom se koriste za sinhronizaciju. Ovo je jako korisna mogućnost e jezika jer se na bilo koji korak u izvršenju programa može emitovati događaj koji će pokrenuti izvršavanje nekog drugog dela koda (paralelno ili sekvencijalno). Obzirom da u modernim sistemima gotovo sve radi na neki sistemski takt, ili na neki njegov umnožak, jasno je koliko su događaji značajni za verifikaciju.

C.Metode

Metode su zapravo funkcije u e jeziku. Kao i u mnogim drugim jezicima mogu imati povratnu vrednost ili ne. Sa aspekta simulacije metode se izvršavaju u jednom trenutku. Obično se koriste za izračunavanje vrednosti nekih polja u toku same simulacije.

D.TCM-ovi

TCM-ovi su posebne vrste metoda čije izvršavanje traje duže od jednog trenutka u vremenu simulacije. *TCM* je uvek sinhronizovan na neki događaj i izvršavaće se sve dok taj događaj biva emitovan. Najčešći primer je da se neki *TCM* sinhronizuje u odnosu na neki takt koji postoji u okruženju i da se tada izvršava. *TCM* se može pozvati i startovati. Prvo će inicijalizovati paralelno izvršavanje, a drugo sekvencijalno. Iz *TCM*-a je moguće pozvati regularnu metode ali obratno nije moguće. Uobičajena upotreba *TCM*-a je drajvovanje i sakupljanje transakcije.

E.Portovi

Portovi služe za preuziman je ulazno/izlaznih signala iz *DUT*-a i njihovo prosleđivanje u okruženje. Mogu biti ulaznog, izlaznog i bidirekcionog tipa.

IV. eRM

eRM (e *Reuse Methodology*) je prva metodologija za *HVL* jezike koja obezbeđuje višestruku upotrebu verifikacionih okruženja, a koristi se u kombinaciji sa e jezikom. Objavljena je 2002. godine. Metodologija se bavi temama kao što su konvencije za nazive fajlova, funkcionalna podela testbench-a, uputstvo za pakovanje programskog koda, biblioteke za klase, sekvence i poruke itd. *eRM* je bila vrlo brzo prihvaćena od strane verifikacionih inženjera i danas je jedna od najrasprostranjenijih metodologija.

eRM pruža najbolje poznate metode za pravljenje arhitekture, programsko kodovanje i pakovanje verifikacionih komponenti pisanih u e jeziku. Takva verifikaciona komponenta se naziva *eVC* (e *Verification Component*).

Da bi se izbeglo međusobno ometanje verifikacionih komponenti, *eRM*-om je ustanovljena konvencija dodeljivanja imena, nezavisnost vremenskih i globalnih podešavanja, i još mnogo toga. *eRM* definise standarde za *eVC* arhitekturu i korisnički interfejs uključujući:

- strukturu direktorijuma,
- mehanizme pakovanja i instaliranja,
- inicijalizaciju,
- *RTL* povezivanja,

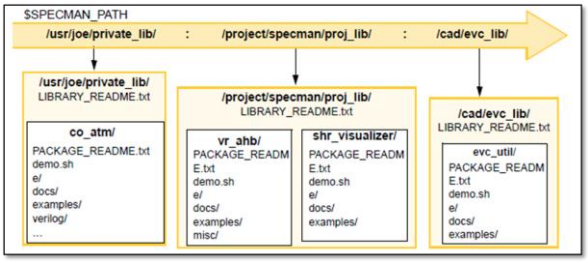
- tracing/debugging,
- prijavljivanje grešaka,
- standarde za dokumentaciju.

Ovim je obezbeđen opšti izgled *eVC* arhitektura koji sve komponente moraju da ispoštuju, a čime se postiže i lakša konfiguracija i kontrola.

eRM postiže sinhronizaciju više operacija u okviru verifikacione komponente definisanjem nekoliko programerskih interfejsa. Posebno je značajno definisanje konstrukcije za sekvencu. Ova konstrukcija omogućava korisniku da lako kontroliše sekvence transakcija koje generiše *eVC*. Svako ko razvija eVC, treba uz svoj *eVC* da pruži i biblioteku sekvenci. Svaki tip sekvence u biblioteci može da generiše više transakcija sa nekom predefinisanom strukturom koja čini tu sekvencu korisnom krajnjem korisniku.

A.Paketi i biblioteka paketa

eRM metodologija obezbeđuje paketsku organizaciju koda. Paketi predstavljaju osnovne jedinice za grupisanje i organizovanje koda. Svaka reusable verifikaciona komponenta tj. eVC treba biti zapakovana u svoj direktorijum. Svaki direktorijum se posebno obeležava u skladu sa verzijom eVC-a (poseduje broj verzije), sadrži e kod i povezane fajlove i ima standardni "PACKAGE_README.txt" fajl koji opisuje sadržaj paketa. Pored njega u okviru eVC paketa postoji i demo.sh skripta kojom se pokreće demonstrativna simulacija za *eVC*. U sklopu paketa je i nekoliko primera (*examples*), koje bi ova skripta trebala da pokrene. Sav e kod se nalazi u direktorijumu e. Tu se prevashodno misli na komponente *eVC*-a, koje su organizovane u poddirektorijumima u okviru paketa. Direktorijum docs sadrži svu dokumentaciju vezanu za *eVC* (specifikacija, uputstvo za korisnika i sl.). Ova četiri direktorijuma su osnova, ali je pored njih moguće imati još neke dodatne. Kao primer može se uzeti *RTL* direktorijum, koji sadrži kod napisan u *VHDL* ili *Verilog* programskom jeziku.



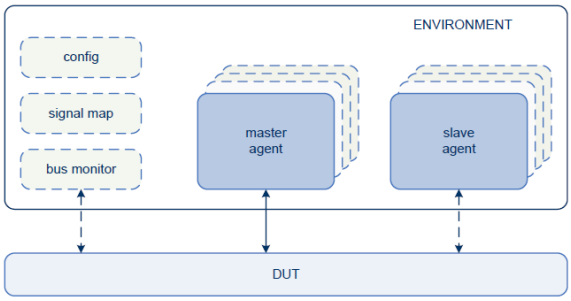
Slika 3. Struktura paketa i grupisanje u biblioteke.

Paketi bi trebali da imaju prefiks koji je predefinisan ili se odnosi na kompaniju u kojoj je *eVC* projektovan. Na slici prikazan je primer strukture paketa i njihovo grupisanje po bibliotekama. $SPECMAN_PATH sadrži tri biblioteke sa paketima: private_lib, proj_lib i evc_lib.

U idealnom slučaju *eVC* je plug-and-play verifikaciono okruženje koje se može koristiti samostalno ili u paru sa drugim *eVC*-ovima. U tom slučaju korisnik nema uvid u internu implementaciju *eVC*-a, ali znanje o njegovom interfejsu i konfiguracionim parametrima je dovoljno za njegovu upotrebu. Dobro projektovani *eVC* karakteriše postojanje specifikacije, dobro dizajniran i fleksibilan interfejs i takvu implementaciju da je intelektualno vlasništvo verifikacionog inženjera koji je razvio *eVC* enkriptovano.

B.eVC arhitektura

Svaki *eVC* se pravi za različit protokol i dizajn, pa se i *eVC*-ovi mogu značajno razlikovati. Međutim postoje neki opšti principi zajednički za svaki *eVC*. Na Slici 4 je prikazana tipična *eVC* arhitektura [4].



Slika 4. Ilustracija tipične eVC arhitekture.

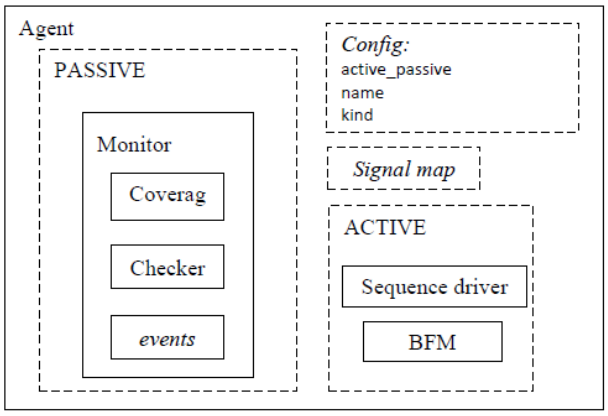
U *eVC* arhitekturi uvek moraju postojati agenti, dok su config, mapa signala i bus monitor opcione komponente. Config sadrži polja kojima se konfiguriše okruženje. Mapa signala (signal map) sadrži port-ove kojima se pristupa *DUT*-u. Bus monitor sakuplja transakcije sa magistrale i prosleđuje ih agentima u scoreboard-u, verifikacionoj komponenti koja proverava da li se signali na izlazu *DUT*-a poklapaju sa očekivanim.

Agenti su komponente koje u verifikacionom okruženju predstavljaju stvarne uređaje ili slične entitete. Interfejsi obično imaju master i slave vrste uređaja, pa se stoga i agenti dele na master i slave agente. U okruženju može postojati i više master i slave agenata i u tom slučaju su organizovani u liste. Agent može biti:

- aktivan – Može da generiše transakcije i drajvuje *DUT* signale.
- pasivan – Prati *DUT*, nadgleda signale i prikuplja transakcije
- Aktivni agenti mogu biti:
- proaktivni agent – inicira transakcije i šalje ih *DUT*-u (master agent),
- reaktivni agent – reaguje na transakcije koje dolaze iz *DUT*-a (slave agent).

Pasivni deo agenta uvek postoji, dok se aktivni deo instancira samo kada je agent aktivan. Aktivni deo agenta može zavisiti od pasivnog (*BFM* može da koristi polja i

događaje iz monitora i sl.), ali pasivni deo agenta ne sme zavisiti od aktivnog dela. Aktivni deo se sastoji iz drajvera sekvenci i *BFM*-a. Drajver sekvenci generiše transakcije na način definisan u test-scenarijima definisanih od strane korisnika, a implementiranih u vidu sekvenci. *BFM* drajvuje *DUT* signale na osnovu transakcija koje mu je prosledio drajver sekvenci. U *BFM*-u ne smeju da se generisu transakcije.



Slika 5. lustracija tipične arhitekture agenta u *eVC*-u.

Agent monitor je pasivna jedinica koja nadgleda signale *DUT*-a i pruža ostalim komponentama agenta interpretaciju tih signala. Monitor ne menja vrednosti signala na intefejsu. Samo monitor u pasivnom agentu treba da radi *protocol* checking (provera da je rad uređaja koje nadgleda u skladu sa protokolom) i prikupljanje *coverage*-a, tzv. procena pokrivenosti testova.

Config i signalna mapa su opcioni elementi agenta. *Config* sadrži polja koja vrše konfiguraciju atributa i ponašanja agenata. Mapa signala sadrži port-ove kojima agent pristupa da bi komunicirao sa *DUT*-om.

V. ZAKLJUČAK

Sa napretkom u industriji proizvodnje elektronskih čipova napreduje i verifikacija kao njen sastavni deo. Uz porast kompleksnosti čipova rastao je i značaj verifikacije. Osamdesetih godina dvadesetog veka verifikacija se radila direktnim testiranjem bez upotrebe posebnih alata i softvera. Kako je vreme potrebno za verifikaciju raslo tako su inženjeri uvideli potrebu za sistematizacijom na polju verifikacije. To je dovelo do razvoja posebnih softvera i alata kao što je *Specman* bez kojih je verifikacija danas nezamisliva. *eRM* je jedna od najzastupljenijih metodologija verifikacije u industriji.

REFERENCE

[1] Veriest Academy – Specman Verification Basics
[2] Specman e Language Reference - Product Version 14.2 May 2015
[3] e Language Quick Reference February 2002
[4] The e Hardware Verification Language - Sasan Iman, Sunita Joshi
[5] ATMEL AT25DF021 SPI Serial Flash Memory Documentation

Projektovanje verifikacione komponente za SPI serijsku fleš memoriju korišćenjem programskog alata *Specman*

Miloš Mitić, Đorđe Veličković

Sažetak - U ovom radu prikazan je proces projektovanja verifikacione komponente za verifikaciju *SPI* serijske fleš memorije. Verifikaciona komponenta (*eVC*) projektovana je u skladu sa *eRM* metodologijom pomoću *HVL e* jezika [1]. Prikazani su svi delovi *eVC*-a i objašnjena je uloga svakog dela ponaosob. Testovi i simulacije izvršene su pomoću *Cadence* [2] alata *Incisive Specman Elite*, *Incisive Enterprise Simulator* i *Incisive vManager Solution*. Za vreme verifikacionog procesa *eVC* je testiran više puta različitim testovima sve dok nije postignuta funkcionalna pokrivenost od 100%. Prikazani su rezultati testova i simulacija, a potom je urađena analiza funkcionalne pokrivenosti.

I. UVOD

Funkcionalna verifikacija, kao proces u dizajnu elektronskih kola, ima zadatak da utvrdi da logički dizajn kola odgovara specifikaciji kola. Svakodnevnim rečnikom, verifikacija daje odgovor na pitanje „Da li predloženi dizajn radi ono za šta je napravljen?“. Poslednjih godina, značajni napredak u tehnologiji fabrikacije čipova i sistema omogućili su dizajnerima projektovanje izuzetno kompleksnih digitalnih sistema. Verifikacija od strane samog dizajnera više nije bila dovoljan dokaz ispravne funkcionalnosti i zbog toga se pojavio novi korak u projektovanju čipova, a to je verifikacija dizajna koju rade specijalizovani verifikacioni inženjeri uz pomoć posebnih verifikacionih jezika i simulatora.

Ovaj rad objašnjava princip verifikacije i projektovanje verifikacionog okruženja, tj. slave agenta za verifikaciju *Serial Flash Memory* modula. Okruženje je napisano na osnovu specifikacije *Atmel*-ovog modula AT25DF021 SPI *Serial Flash Memory* [2]. Verifikaciono okruženje predstavlja projekat urađen u kompaniji *Veriest Venture Serbia* iz Beograda koja se bavi dizajnom i verifikacijom integrisanih kola.

II. *SPI* SERIJSKA FLEŠ MEMORIJA AT25DF021

AT25DF021 je fleš memorija sa serijskim interfejsom, projektovana za široku upotrebu i najbolje se primenjuje za skladištenje koda pre njegovog prebacivanja u RAM memoriju radi izvršavanja. Ima memoriju od 256 kB, podeljenu u četiri sektora od 64 kB. Svaki sektor podeljen je na 2 podsektora od 32 kB, a svaki podsektor podeljen je na blok od 4 kB. AT25DF021 odlikuje fleksibilnost brisanja podataka. Brisanje se vrši u blokovima gde je najmanja veličina bloka za brisanje 4 kB. Mogućnost brisanja tako malog bloka čini je idealnom i za skladištenje podataka, čime se eliminiše potreba za dodatnom EEPROM memorijom koja bi se koristila u tu svrhu.

Fizičko sektorisanje i mogućnost brisanja u blokovima daje mogućnost efikasne upotrebe AT25DF021 serijske memorije u velikom broju primena gde je potrebno sačuvati neki kod ili druge podatke. Ova serijska fleš memorija nudi sofisticiran način zaštite sektora od malicioznih programa i brisanja. Pružajući mogućnost individualne zaštite specifičnog sektora i njenog uklanjanja, omogućava upotrebu drugih sektora bez bojazni da će podaci u ostalim biti uništeni. Ovo je korisno u situacijama kada se programski kod u memoriji menja u okviru subrutina (potprograma) ili modula ili u aplikacijama kada je potrebno promeniti deo koda bez bojazni da će ostatak biti promenjen. Pored zaštite specifičnog sektora, AT25DF021 pruža mogućnost i globalne zaštite, tj. zaštite celokupne memorije. Radi veće fleksibilnosti, memorija AT25DF021 može biti obrisana na četiri načina u zavisnosti od veličine bloka za brisanje, uključujući i brisanje celog čipa.

A. *Princip rada*

AT25DF021 modul se kontroliše setom instrukcija koje omogućavaju upis podataka u neki od blokova memorije, brisanje blokova (od 4 kB, 32 kB i 64 kB), setovanje *protect/unprotect* statusa, upis u status registar i njegovo čitanje. U tabeli 5.2.1 prikazana je lista komandi, njihov op (*operational*) kod, broj adresnih bajtova i broj bajtova podataka koje je potrebno proslediti slave uređaju da bi komanda bila izvršena. Da bi instrukcija bila validna ona mora početi setovanjem pina na logičku nulu što predstavlja aktivnu vrednost ovog signala. Nakon toga master mora poslati ispravan 8-bitni op kod na SI liniju. Ukoliko je instrukcija takva da zahteva adresu ili podatke, adresa i podaci se šalju posle op koda.

Ukoliko op kod nema validnu vrednost biće ignorisan od strane slave uređaja i nijedna operacija neće biti

Miloš Mitić i Đorđe Veličković su master inženjeri elektrotehnike i računarstva za elektroniku i mikrosisteme, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000, Niš, Srbija. E-mail: mmitic@elfak.rs, velicko992.2@hotmail.com

pokrenuta. Slave će ignorisati i sve podatke koji se nađu na SI pinu posle neispravnog op koda sve do početka nove operacije, odnosno dok pin ne bude ponovo setovan. Ukoliko se pin pre vremena vrati na logičku jedinicu, odnosno pre nego što kompletan op kod i adresa budu prosleđeni slave uređaju, neće biti izvršena nikakva operacija.

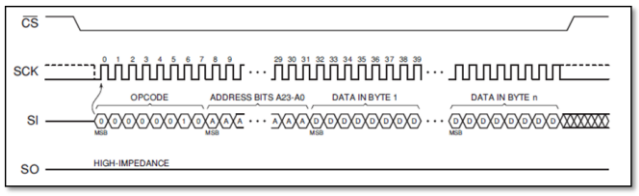
Za adresiranje određenog bloka memorije potrebno je poslati samo 3 bajta koja predstavljaju bitove adrese u opsegu A23-A0. Kako je adresni limit AT25DF021 03FFFFH, bitovi adrese od A23 do A18 će uvek biti ignorisani od strane slave uređaja. U nastavku rada na primeru komande upisa objašnjen je princip prosleđivanja komandi i odgovor memorijskog fleš modula na iste.

B. Komanda upisa (byte/page program)

Komandom *byte/page* program omogućuje se upis od 1 do 256 bajtova podataka u memoriju. Pri tom se prvo moraju obrisati podaci sa lokacije na koju se upisuje. Memorijska lokacija koja je obrisana ima vrednost FFh. Pre operacije upisa mora se izvršiti operacija *write enable*, kojom se vrednost WEL bita status registra podešava na logičku jedinicu što dozvoljava upis u memoriju.

Da bi se izvršila komanda, potrebno je da pin bude na logičkoj nuli i da se za to vreme prosledi op kod 02h, potom tri adresna bajta koja određuju blok memorije u kojem će biti upisan prvi bajt podataka, a nakon adrese prosleđuju se podaci (od 1 do maksimalno 256 bajtova). Kada je pin postavljen na logičku jedinicu SPI fleš memorija će iz internog bafera upisati podatke u svoju memoriju. Ukoliko je poslato manje od 256 bajtova, ostatak blokova neće biti programiran i imaće vrednost FFh.

Da bi operacija bila uspešna potrebno je da najmanje jedan bajt bude prosleđen SPI fleš memoriji pre nego što se pin vrati na logičku jedinicu, a njegovo vraćanje mora biti takvo da je između dve promene vrednosti prošao broj taktova deljiv sa osam (*even byte boundaries*). Ukoliko ovaj uslov nije ispunjen uređaj će ignorisati operaciju, što znači da nikakvi podaci neće biti upisani u memoriju. Ukoliko tri adresna bajta pokazuju na sektor koji je zaštićen SPI fleš memorija će takođe ignorisati operaciju. Na slici 1 prikazan je redosled izvršenja upisa sa vrednostima , SCK, SI i SO pinova.



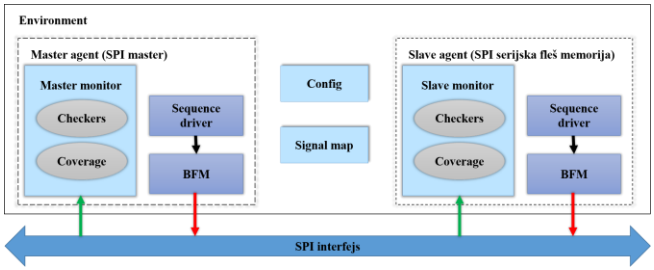
Slika. 1. *Byte/page* komanda.

III. VERIFIKACIONO OKRUŽENJE

Za verifikaciju opisanog SPI serijskog fleš modula i njegovog mastera pomoću *eRM* [4] metodologije potrebno je projektovati okruženje koje poseduje sledeće elemente:

- Master agenta;
- Slave agenta;
- Signal mapu;
- *Config*.

Blok šema verifikacionog okruženja prikazana je na slici 2.



Slika 2. Blok šema verifikacionog okruženja.

Ovakvo verifikaciono okruženje može raditi sa i bez DUT-a. Ukoliko DUT postoji okruženje se pokreće samo sa aktivnim agentom suprotnim od DUT-a. U sistemu bez DUT-a oba agenta su aktivna kako bi bilo moguće drajvovanje signala sa jedne strane na drugu i obrnuto. U nastavku će biti opisan rad verifikacionog okruženja bez DUT-a na primeru komande upisa.

A. *Master agent*

Master *BFM* (*Bus Functional Model*) je *unit* koji služi za slanje podataka na magistralu na osnovu transakcije. Njegov kod je zbog veličine dat samo u delovima.

U glavnoj petlji *unit*-a se pri svakom prolasku posebnom funkcijom *get_next_item()* promenjivoj dodeljuju slučajno generisani podaci deklarisani u transakciji (*op* kod koji odgovara komandi, adresa i podaci ukoliko su potrebni, dužina podataka i vremensko kašnjenje između operacija). Tada u zavisnosti stanja linije za *reset* poziva metoda *drive_transaction* u kojoj su definisana pravila slanja podataka na magistralu. Kod glavne petlje je dat u nastavku:

```
main_loop() @sck_ev is {
        wait [10];
        while TRUE {
            transaction =
p_driver.get_next_item();
              if p_sys_smp.resetn$ == 1 {

       drive_transaction(transaction);
                        emit p_driver.item_done;
              };
         print transaction;
        };
 };
```

B. *Monitor*

Uloga monitora je da nadgleda linije i skuplja podatke sa njih. U zavisnosti od skupljenog op koda emituje se jedan od događaja koji će u slave BFM-u izazvati vršenje operacije. U nastavku će biti prikazan deo koda monitora koji se odnosi na skupljanje *op* koda koji je prosleđen od strane master BFM-a:

```
while p_agent.p_smp.cs$ == 0 do {

--GET OP CODE
for i from 7 down to 0 do {
  if (in_unit(vv_spi_master)) {
if p_master.op_code_short_error == FALSE {
  --message(NONE, "p_master.op_code_short_error
== FALSE");
  check that (p_master.p_smp.cs$ == 0) else
  dut_error ("While collecting op_code, chip
select CS has been deasserted!");
};
  };
  op_code[i:i] = p_agent.p_smp.si$;
  num_of_cycles += 1;
  wait cycle;
};
```

C. *Slave agent*

U zavisnosti od skupljenog op koda emituje se jedan od događaja koji će u slave BFM-u izazvati vršenje operacije. U nastavku će biti prikazan deo koda slave BFM-a koji se odnosi na vršenje operacija upisa u jedan od blokova:

```
for i from j to
p_slave.agent_monitor.transaction.data.size() - 1
{
message(NONE, "Upisujem u ", i, ". blok
memorije!");
if address_pom < 65535 and !sector_00_protected {
if p_slave.memory.key_exists(address_pom) {
index1 = p_slave.memory.key_index(address_pom);
p_slave.memory[index1].data =
p_slave.agent_monitor.transaction.data[i];
}
else {
s = 0b00;
gen p keeping {it.addr == address_pom and it.data
== p_slave.agent_monitor.transaction.data[i] and
it.sector == s};
p_slave.memory.add(p);
};
}
*
*
*
```

IV. TESTIRANJE I SIMULACIJE

Za potrebe puštanja regresije napravljeno je 7 grupa testova. U okviru jedne grupe postoji veliki broj ponavljanja određenih komandi. U nastavku je prikazana jedna od grupa:

```
import
/project/users/milosmi/spi/top/vv_spi_top.e;

extend MAIN vv_spi_master_sequence {

  !unprotect_sector_seq :  UNPROTECT_SECTOR
vv_spi_master_sequence;
  !write_enable_seq: WRITE_ENABLE
vv_spi_master_sequence;
  !protect_sector_seq :  PROTECT_SECTOR
vv_spi_master_sequence;
  !rd_status_reg_seq: READ_STATUS_REGISTER
vv_spi_master_sequence;
  !write_disable_seq :  WRITE_DISABLE
vv_spi_master_sequence;
  !write_status_reg_seq :  WRITE_STATUS_REG
vv_spi_master_sequence;

  body()@driver.clock is only{
    message(NONE,"MAIN SEQUENCE STARTING");

    for i from 20 down to 0 do {
        do write_enable_seq;
        do unprotect_sector_seq;
        do rd_status_reg_seq;
        do protect_sector_seq;
        do rd_status_reg_seq;
        do write_status_reg_seq;
        do rd_status_reg_seq;
        do write_disable_seq;
        do rd_status_reg_seq;
    };

    wait[1000];
    stop_run();

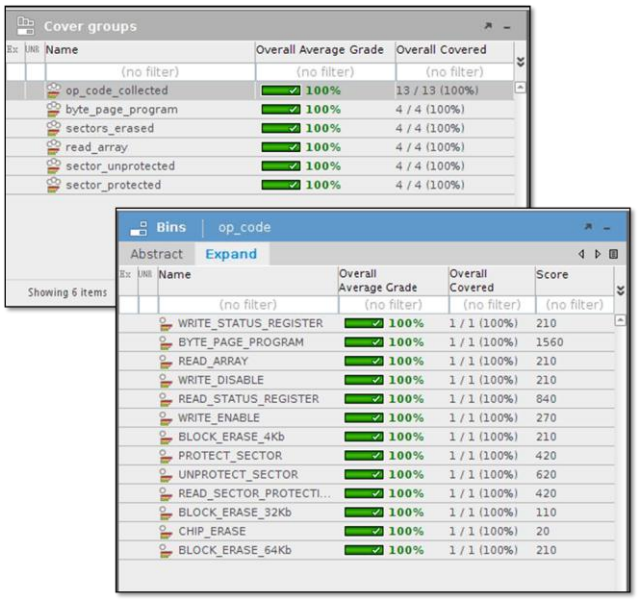
  };
};
```

U okviru svih sedam grupa testova, polja svih sekvenci delimično su randomizovana (u granicama validnih vrednosti). U *vManager*-u pokrenuta je skripta koja poziva svih 7 grupa testova na izvršavanje po 10 puta. Na slici 3 može se videti da je u okviru sesije bilo ukupno 70 testova i da je svih 70 uspešno završeno (P - *passed*).

Session Status	Session Name	Progress	P	F	R	W	O	Total
0	VDMA milosmi 16_09_16_10_18_04_6388		70 [100%]	0	0	0	0	70 [100%]

Slika 3. Broj testova u sesiji.

Analizom pokrivenosti u *vManager*-u može se zaključiti da je svih 13 komandi izvršen, tj. da je svih 13 op kodova prikupljeno u transakcijama i da je u sva četiri sektora izvršen i upis, i brisanje, i čitanje, kao i da je svim sektorima menjan status zaštite iz *protected* u *unprotected* i obrnuto (slika 4).



Slika 4. Funkcionalni *coverege.*

V. ZAKLJUČAK

Random verifikacija u *eRM* metodologiji je jedna od najefikasnijih verifikacija posmatrajući kvalitet i vreme, jer je u današnje vreme veoma važno pouzdano i brzo verifikovati dizajn hardvera. *eRM* metodologija omogućava smanjenje potrebnog vremena omogućavajući korišćenje već postojećeg koda, brzo i lako pisanje testova, kao i uočavanje i lociranje grešaka testiranog uređaja.

eVC komponenta opisana u ovom radu predstavlja komponentu koja simulira *Atmel*-ov *SPI* fleš memorijski modul AT25DF021. Za pisanje *eVC*-a korišćen je e HVL jezik koji koristi pristup aspektno-orijentisanog programiranja (AOP). Celokupan projekat realizovan je u Cadence okruženju, *Incisive Specman Elite* korišćen je kao kompajler i generator, *Incisive Enterprise Simulator*, kao simulator u okviru koga je rađena verifikacija i *Incisive vManager Solution*, kao menadžer u kome je proverena pokrivenost testova. Ovakvo verifikaciono okruženje može raditi sa i bez DUT-a. Ukoliko DUT postoji okruženje se pokreće samo sa aktivnim agentom suprotnim od DUT-a. U sistemu bez DUT-a oba agenta su aktivna kako bi bilo moguće drajvovanje signala sa jedne strane na drugu i obrnuto. Ovo verifikaciono okruženje moglo bi se unaprediti na više načina. Jedan od načina je projektovanje *scoreboard*-a koji bi u slučaju postojanja DUT-a mogao da se koristi kako bi se sa verifikacija obavila na većem nivou.

ZAHVALNOST

Ovaj rad predstavlja deo master rada autora i nastao je kao plod saradnje Elektronskog fakulteta u Nišu sa kompanijom *Veriest Venture* iz Beograda. Ova kompanija i njeni inženjeri su pružili neophodnu obuku i podršku tokom izrade rada. Sama kompanija je ustupila svoje resurse, pre svega *Cadence* alate *Specman Elite*, *Enterprise Simulator* i *vManager Solution*, bez kojih ovaj projekat ne bi bilo moguće uraditi. Autori se zahvaljuju svim zaposlenima kompanije *Veriest Venture* na pomoći koju su mu pružili prilikom izrade ovog projekta.

LITERATURA

[1] Sasan Iman, Sunita Joshi, "The e Hardware Verification Language", Springer, 2004.

[2] „Specman e Language Reference" Product Version 9.2, Cadence, decembar 2009. [On Line]. Dostupno na: http://documents.tips/documents/specman-e-lrm.html

[3] AT25DF021 SPI Serial Flash Memory, Datasheet, Atmel, 2009. [On Line]. Dostupno na: https://www.soselectronic.cz/productdata/92/12/7/92127/AT25df021.pdf

[4] „e Reuse Methodology (eRM) Developer Manual" Version 4.3.5, Verisity Design, Inc, 2004.

Matematičko klatno –laboratorijska maketa i aplikacija

Milan Danković, Snežana Janković, Ana Stanojević

Sadržaj – U ovom radu prikazano je idejno rešenje laboratorijske makete i aplikacije za proučavanje matematičkog klatna. Dat je kratak teorijski pregled, zatim je prikazan izgled laboratorijskog prototipa, aplikacija i na kraju su predložene ideje kako se to može koristiti u obrazovne svrhe.

I. UVOD

Najčešće primenjivan nastavni metod u nastavi fizike je grafički metod, a najčešće korišćena nastavna sredstva su tabla i kreda. Na taj način većina dece doživljava fiziku kao nauku sačinjenu od formula, definicija i zakona [1]. Osim toga, zadatke iz fizike doživljavaju kao primenu formula i izračunavanje nepoznate veličine korišćenjem matematičkog aparata, pa je samim tim i interesovanje za fiziku sve manje i manje. Međutim, kada se zakoni fizike i praktično prikažu, kada se učenicima omogući da provere određene fizičke zakone, kada im se ukaže da je fizika stvarnost koja nas okružuje i koju oni uočavaju i prepoznaju na svakom koraku onda i interesovanje postaje sve veće i veće. Zato je u obrazovni proces potrebno ubaciti veći broj eksperimenata, simulacija, aplikacija i interaktivnih animacija kojima se na jednostavan način proveravaju zakoni fizike.

Posmatrajući svet oko nas dolazimo do zaključka da sve oko nas osciluje. Kada se kroz predmet Fizika proučava nastavna tema "Slobodne oscilacije" uvek se krene od nastavne jedinice "Matematičko klatno". Učenicima VIII razreda redovno se na takmičenjima iz Fizike, koje organizuje Društvo fizičara Srbije [2], zadaju zadaci koji sadrže nastavnu jedinicu "Matematičko klatno" [3].

Primer: Kinetička energija matematičkog klatna se pri prelasku iz amplitudnog u ravnotežni položaj uveća za 50 mJ. Ako je masa klatna m = 400 mg, odrediti:
a) Brzinu klatna pri prolasku kroz ravnotežni položaj (v_{max}); b) Razliku u visini najniže i najviše tačke klatna pri oscilovanju (H); v) Za koliko se promeni period i učestanost matematičkog klatna, ukoliko se masa kugle poveća 1,5 puta? Masu konca smatrati zanemarivom; g) Za koliko se kugla nalazi iznad ravnotežnog položaja u trenutku kada je brzina dvostruko manja od maksimalne?

Kao što smo već napomenuli, veliki broj učenika ovaj zadatak posmatra kroz primenu formula i izračunavanje nepoznatih veličina. Sa druge strane, napomenimo da matematičko klatno ima ogromnu praktičnu primenu i da se učenici susreću sa tim u svakodnevnom životu, pa bi iz tih razloga bilo dobro da se učenicima ova materija što više razjasni. To je i osnovni razlog zbog koga gimnazijalci u trećem razredu, korišćenjem složenijeg "matematičkog aparata", ponovo obrađuju nastavnu jedinicu "Matematičko klatno" [4].

Prilično je nepravedno što učenici vrlo malo znaju kada je, gde, kako i uz koliko slučajnosti nastao materijal za nastavnu jedinicu "Matematičko klatno". Ko je to i na koji način otkrio?

Kao mladić, želeo je da ode u manastir, ali ga je otac ubedio da studira medicinu. Od 1581. godine pohađao je Univerzitet u Pizi. Nije stekao zvanje lekara, već je umesto toga provodio sve vreme proučavajući matematiku. Kasnije je podučavao taj predmet i postao profesor matematike na Univerzitetu u Pizi, eksperimentisao s klatnima, proučavao pad predmeta i posvetio se astronomiji. Sedeći u katedrali, pretpostavlja se 1582. godine, primetio je veliku bronzanu svetiljku koja se ljuljala na lancu zbog promaje. Izmerio je njihanje prema svom pulsu i iznenadio se što svaki zamah traje isto, bez obzira na to da li se svetiljka njihala nekoliko centimetara ili mnogo više. Tim činom postavio je temelje matematičkog klatna. Kasnije je utvrdio da period klatna ne zavisi od mase klatna, a proporcionalan je kvadratnom korenu dužine klatna. Uvidevši da je klatno pravilan prirodni pokazatelj vremena, izumeo je mali pulsmetar, a pred kraj života je konstruisao i sat s klatnom. Naravno, naš junak je čuveni Galileo Galilej (Galileo Galilei) [5].[1]



Slika 1. Galileo Galilej posmatra bronzanu svetiljku koja se ljulja usled promaje u katedrali [6].

Milan Danković je učenik trećeg razreda Gimnazije "Bora Stanković", Vožda Karađorđa 27, 18000 Niš, Srbija, E-mail: dankovicmilan@gmail.com

Snežana Janković je profesor Fizike u Gimanziji "Bora Stanković", Vožda Karađorđa 27, 18000 Niš, Srbija.

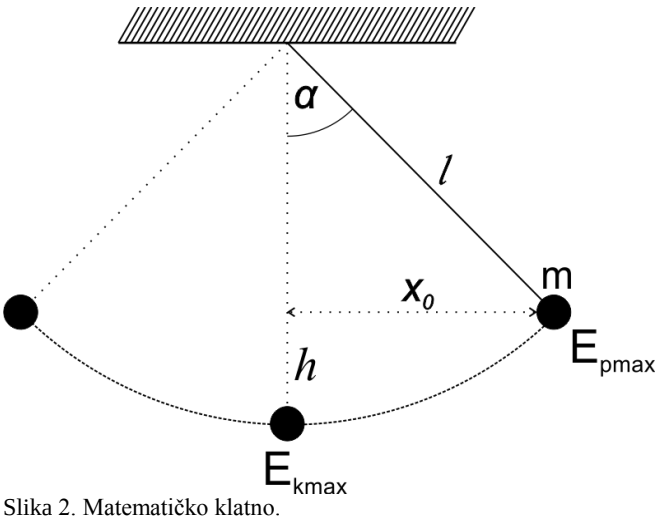
Ana Stanojević je profesor Informatike i računarstva u Gimanziji "Bora Stanković", Vožda Karađorđa 27, 18000 Niš, Srbiia.

[1] Galileo Galilei – Italijanski astronom, fizičar, matematičar i filozof rodio se 15. februara 1564. godine u čuvenoj Pizi u Italiji.

II. TEORIJSKI PREGLED – MATEMATIČKO KLATNO

Pod pojmom matematičko klatno podrazumeva se malo telo mase *m*, zanemarljivih dimenzija i oblika (materijalna tačka) zakačeno o dug, lak i neistegljiv konac, koje može da osciluje u vertikalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz tačku vešanja konca. U realnom slučaju pod ovim pojmom podrazumeva se telo čije su dimenzije mnogo manje od dužine niti, pri čemu je masa niti mnogo manja od mase tela [7]. Kada telo, koje je obešeno o neistegljivu nit, miruje kažemo da se nalazi u ravnotežnom položaju. Međutim, ako ga izvedemo iz ravnotežnog položaja (reda nekoliko stepeni) i pustimo, ovakav sistem vrši periodičnu rotaciju.

Na slici 2 prikazano je matematičko klatno. Ono se nalazi pod uticajem dve sile: sile Zemljine teže (*mg*) i sile zatezanja niti (*T*). Kada se telo izvede iz ravnotežnog položaja i pusti, počinje da se kreće ubrzano ka ravnotežnom položaju, jer je, kao što se sa slike 2 može videti, rezultujuća sila različita od nule. U ravnotežnom položaju rezultujuća sila postaje jednaka nuli, a kretanje se nastavlja po inerciji. Telo se kreće usporeno i zaustavlja. Pod dejstvom rezultujuće sile telo se kreće ponovo ka ravnotežnom položaju i vraća u početnu tačku. Posle toga se kretanje ponavlja na isti način.



Slika 2. Matematičko klatno.

Formula za izračunavanje perioda oscilovanja matematičkog klatna (*T* - vreme potrebno da se izvrši jedna oscilacija) može da se izvede na više načina što je detaljno objašnjeno u [7]:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \tag{1}$$

gde je *l* dužina matematičkog klatna, a *g* ubrzanje Zemljine teže.

Da bi se teorijski objasnilo matematičko klatno uvedene su određene fizičke veličine:
- Elongacija (*x*) je bilo koje rastojanje tela od ravnotežnog položaja.
- Amplituda (x_0) je najveća udaljenost tela od ravnotežnog položaja.
- Frekvencija ili učestanost (*f*) je broj oscilacija u jedinici vremena.
- Ugaona ili kružna frekvencija(ω).

Za mali otklon (mali ugao α) može se smatrati da se telo kreće ne po luku nego po tetivi (slika 2), tako da se oscilacije matematičkog klatna mogu smatrati linearnim harmonijskim oscilacijama. Zato je moguće kretanje matematičkog klatna (mase *m*), kao i njegovu potencijalnu i kinetičku energiju predstaviti kroz sledeći sistem jednačina [7]:

$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0), \tag{2}$$

$$v = x_0\omega\cos(\omega t + \varphi_0), \tag{3}$$

$$a = -x_0\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0), \tag{4}$$

gde je φ_0 početna faza oscilovanja i određuje položaj tela u početnom trenutku.

Ukupna energija matematičkog klatna jednaka je zbiru kinetičke i potencijalne energije i zavisi od toga koliki je otklon napravljen kod matematičkog klatna.

$$E_u = E_k + E_p. \tag{5}$$

Maksimalnu kinetičku energiju telo ima kada prolazi kroz ravnotežni položaj, a maksimalnu potencijalnu kada se nalazi u amplitudnom položaju.

$$E_{k\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}, \tag{6}$$

$$E_{p\max} = mgh = mgl(1-\cos\alpha). \tag{7}$$

Promene kinetičke i potencijalne energije tokom kretanja date su sledećim jednačinama:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}mx_0^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi_0), \tag{8}$$

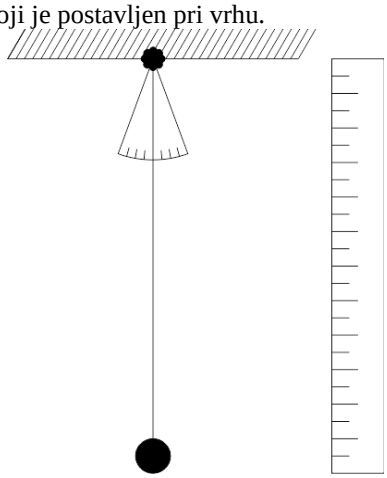
$$E_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2}mx_0^2\omega^2\sin^2(\omega t + \varphi_0). \tag{9}$$

III. REALIZACIJA LABORATORIJSKE MAKETE I APLIKACIJE

A. Laboratorijska maketa

Napred navedene jednačine služe kao teorijska postavka ove vežbe, a kompletnu teoriju najbolje je eksperimentalno proveriti, aparaturom prikazanom na slici 3, pri čemu treba imati u vidu da će zbog brojnih zanemarivanja uvek biti odstupanja između teorije i eksperimenta. Ovo je realan problem koji postoji gotovo u svim eksperimentima, pa je iz tih razloga to dobro i objasniti učenicima. Zbog velikog broja formula i prilično složenih zavisnosti idealno bi bilo razviti simulator (slika 4), jer je sa gledišta učenika najbitnije razumevanje gradiva, a ne rešavanje složenih jednačina. Laboratorijska maketa ima mogućnost podešavanja dužine klatna, što je omogućeno okretanjem zavrtnja pri vrhu makete oko koga

se namotava, ili odmotava neistegljiv konac. Sama dužina klatna očitava se pomoću lenjira koji je postavljen pored matematičkog klatna. Ugao otklona podešava korisnik pomeranjem tela mase *m*, što se može očitati sa skale uglomera koji je postavljen pri vrhu.



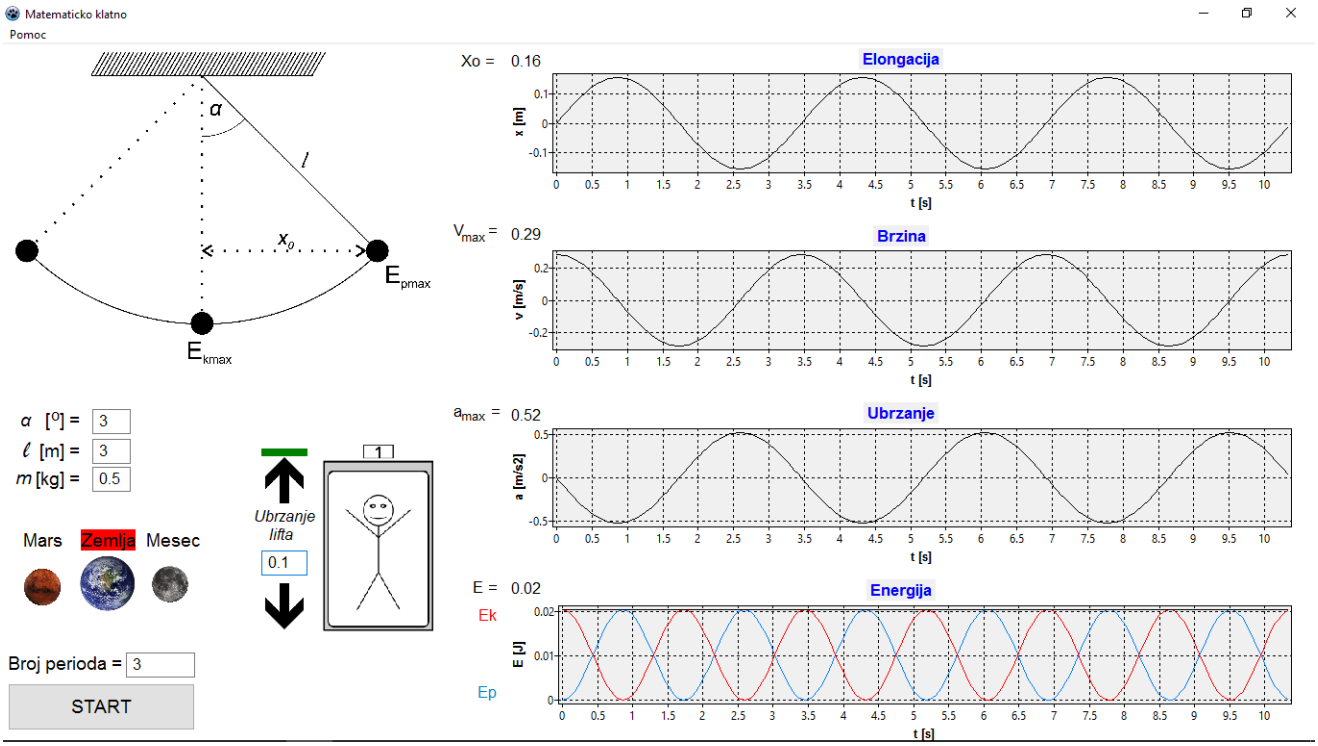
Slika 3. Eksperimentalna postavka laboratorijske vežbe - matematičko klatno.

B. Aplikacija

Kao što je već napomenuto, uporedo sa razvojem laboratorijske makete idealno bi bilo i razvijanje aplikacije, koja bi bila sastavni deo ovih eksperimenata. Korišćenje aplikacije baziralo bi se na podešavanju dužine klatna, ugla otklona i mase tela. Za rešavanje sistema napred navedenih jednačina, a ujedno i kao osnova za razvoj aplikacije iskorišćeno je programsko okruženje Lazarus [8].

Za rad u Delfiju korišćen je besplatan Delphi emulator Lazarus [8]. Emulator je softver koji omogućava da se program izvršava na platformi drugačijoj od one za koju je predviđen.

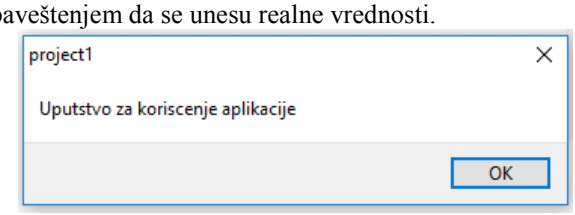
Kompletan interfejs aplikacije prikazan je na slici 4, pri čemu treba napomenuti da je akcenat na samoj funkcionalnosti, a ne na njenom izgledu. Takođe, prikazivanje kompletnog kôda za ovu aplikaciju (oko 320 linija kôda) nije od velikog interesa, pa će kao ilustracija u nastavku biti prikazano samo nekoliko karakterističnih linija.



Slika 4. Izgled aplikacije.

Prilikom pokretanja aplikacije pokreće se ekran prikazan na slici 5. Ovde korisnik može pročitati uputstvo o korišćenju same aplikacije. Imajući u vidu da je uputstvo prilično obimno ovde je samo prikazan vizuelni prikaz prozora sa kratkim tekstom "*Uputstvo za koriscenje aplikacije*". Isključivanjem *pop-up* prozora, pritiskom na dugme *OK*, prikazuje se kompletan ekran (prikazan na slici 4, ali bez unesenih podataka). U gornjem levom uglu korisnik u svakom trenutku može ponovo pokrenuti uputstvo klikom na dugme *Pomoc*. Ispod dugmeta *Pomoc* nalazi se slika matematičkog klatna, koja služi korisniku za lakše baratanje aplikacijom. Ispod slike matematičkog klatna slede polja za unos odgovarajućih parametara neophodnih za izračunavanje perioda oscilovanja matematičkog klatna, elongacije, brzine, ubrzanja i energija. U slučaju da se unesu vrednosti koje izlaze izvan realnih za ovu eksperimentalnu postavku (0 kg<*m*<5 kg,

0 m<l<10 m, 0°<α<5°) pojaviće se ekran sa upozorenjem i obaveštenjem da se unesu realne vrednosti.



Slika 5. Uputstvo za korišćenje aplikacije.

Kako bi proširili primenu ove aplikacije i obuhvatili što veći broj primera i što je moguće više približili učenicima ovu materiju pridodali smo još nekoliko opcija. Naime, korisnik može izabrati intenzitet gravitacionog ubrzanja klikom na neko od nebeskih tela. U ovoj aplikaciji odlučili smo se za najčešće korišćena nebeska tela: Zemlja, Mesec i Mars [9]. Osnovna vrednost za intenzitet gravitacionog ubrzanja u ovoj aplikaciji jednaka je intenzitetu gravitacionog ubrzanja na Zemlji. Pritiskom na Mesec ili Mars automatski se kompletan proračun prilagođava za izabrano nebesko telo, čije ime u aplikaciji biva označeno crvenom bojom. Kao ilustracija napred navedenog, kôd koji opisuje iniciranje gravitacionog ubrzanja prikazan je na slici 6.

```
{Iniciranje intenziteta gravitacionog ubrzanja
klikom na fotografiju izabranog nebeskog tela}
procedure TForm1.Image1Click(Sender: TObject);
begin
  {Mars - intenzitet gravitacionog ubrzanja}
  g:=3.711;
end;

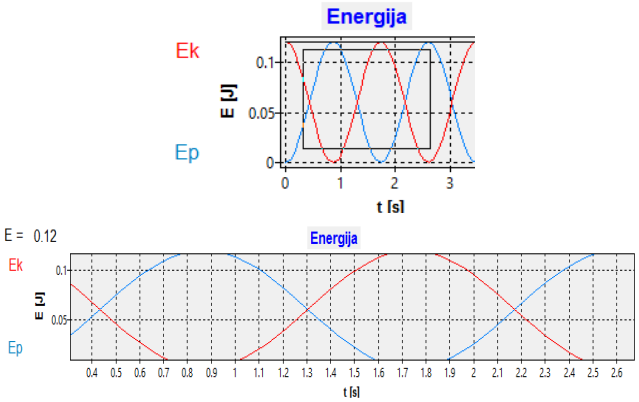
procedure TForm1.Image2Click(Sender: TObject);
begin
  {Zemlja - intenzitet gravitacionog ubrzanja}
  g:=9.81;
end;

procedure TForm1.Image3Click(Sender: TObject);
begin
  {Mesec - intenzitet gravitacionog ubrzanja}
  g:=1.622;
end;
```

Slika 6. Kôd koji upisuje iniciranje gravitacionog ubrzanja.

Takođe, u velikom broju zadataka proučava se ponašanje matematičkog klatna u liftu koji se ubrzano kreće. Unosom ubrzanja lifta (osnovna vrednost ovog ubrzanja jednaka je 0) i smera lifta (preko odgovarajućih strelica koje selekcijom bivaju označene zelenom crtom) moguće je rešavati i ovakve probleme.

Pokretanje aplikacije vrši se klikom na dugme *START*, nakon čega se automatski iscrtavaju krive na prikazanim graficima (x, v, a i E u funkciji vremena). U gornjem levom uglu grafika prikazuju se maksimalne vrednosti elongacije, brzine, ubrzanja i energija. Vrednosti kinetičke (plava linija) i potencijalne (crvena linija) energije prikazane su na istom grafiku. Na graficima se iscrtavaju krive za unapred definisan broj perioda (osnovna vrednost je 3 periode), koji po potrebi možemo da podešavamo. Radi lakšeg sagledavanja oscilovanja matematičkog klatna nekada je neophodno baratati sa delom grafika. Levim klikom na izabrani grafik na njemu se iscrtava jedna perioda oscilovanja. Odabiranjem određenog dela grafika, zumiramo taj deo i on nam se prikazuje na grafiku, kao što je ilustrovano na slici 7. Desnim klikom na grafik korisnik sebi omogućava kretanje po koordinatnom sistemu tog grafika i može ga pomerati u svim smerovima.



Slika 7. Ilustracija zumiranja dela grafika aplikacije.

IV. Zaključak

U radu je detaljno objašnjeno matematičko klatno. Prikazane su jednačine koje opisuju matematičko klatno i koje predstavljaju osnovu razvijene aplikacije. Predložena standardna laboratorijska maketa omogućava proveru gravitacionog ubrzanja Zemlje, jednostavnog eksperimenta iz oblasti fizike koji bi mogao da motiviše učenike, da pospeši sticanje znanja iz fizike i da podstakne korišćenje eksperimenata u nekim drugim predmetima, naučnim disciplinama ili svakodnevnom životu. Sama aplikacija omogućava potvrdu eksperimenta, ali nudi i rešenja za veliki broj zadataka iz ove oblasti, kao što je onaj dat u uvodu.

Literatura

[1] Nada Bajić, Galilejevo učenje u nastavi fizike za osnovnu školu, Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku, 2008.

[2] Društvo fizičara Srbije. Dostupno na: http://www.dfs.rs.

[3] Takmičenje iz Fizike učenika osmog razreda Osnovnih škola školske 2012/2013 godine. Dostupno na: http://takmicenja.ipb.ac.rs/zadaci/8_2013_opstinsko.pdf

[4] Scenario za čas matematičko klatno. Dostupno na: https://mirkonagl.files.wordpress.com/2013/04/scenario-za-c48das-matematic48dko-klatno.pdf

[5] Biografija Galilea Galileja. Dostupno na: https://sh.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

[6] Galilejeva foto galerija. Dostupno na: http://brunelleschi.imss.fi.it/itineraries/gallery/GalileoGalileisPhotoGallery_34418.html

[7] Nataša Kadelburg, Vesna Rapaić, Fizika, Udžbenik za III razred Matematičke gimnazije, drugo izdanje, "Krug" Beograd, 2008.

[8] http://www.lazarus.freepascal.org/

[9] https://fizikapress.wordpress.com/tag/гравитација/

Thai Exchange Student's Internship in Nis, Serbia Under IAESTE

Pakwan Piwsoi

Abstract – This article describes about Thai exchange student's internship experience at Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Serbia under the IAESTE. How to apply to the IAESTE, traveling to Serbia, living in Serbia and internship at Nis are described.

I. Introduction

The International Association for the Exchange of Students for Technical Experience (IAESTE) is an independent, non-profit and non-political student exchange organization. It provides students in technical degrees (primarily Science, Engineering and Applied Arts) with paid, course-related, training abroad and employers with highly skilled, highly motivated trainees, for long or short term projects. With over 80 countries involved and exchanging over 4000 traineeship each year worldwide, it is the largest organization of its kind in the world.[1]

To get the technical training abroad experience, the IAESTE is an answer to grab the opportunity. Things I was received is not only technical skill, but also living in another country with foreign friends from many countries that made a wonderful memory.

II. How to apply to the IAESTE

For the IAESTE Thailand, third quarter of every year is the period for applying to the IAESTE program. There are two rounds of testing that are writing test and interview test.

Writing test was arranged in October that include basic English and writing skill. Students who passed the first test had to attend to the interview test that was arranged in November. There are two parts of interviewing that are technical questions in Thai and general questions about interviewee in English. The name of students who passed the second test was announced in February and they had to show up for accept the conditions of training abroad.

III. Traveling to Serbia

After the student had accepted by the employer, lots of documents had to complete before traveling. Passport, visa, air ticket and travel insurance were needed for the trip.

Visa applications should be submitted to the Embassy or Consulate General of the Republic of Serbia.[2] There is no Embassy of the Republic of Serbia in Thailand but the nearest is located in Jakarta, Indonesia. General visa requirements are shown as below:

- Valid passport
- Letter of invitation
- Completed visa application form
- Return ticket
- Proof of sufficient funds for staying in Serbia
- Health insurance
- Photo

From Thailand to Serbia, there is not any direct flight for service. Therefore, the non-direct flight would be selected. The first destination in Serbia is Nikola Tesla Airport in Belgrade but the real destination is Nis. So taking a bus to Nis take around 3 hours.

IV. Living in Nis

IAESTE students who apprentice in Nis were taken care by IAESTE Serbia LC Nis since we were accepted by the employer. They informed about significant information of Nis, picked up at bus station, provided the accommodation and attentive all along the trip.

The accommodation of IAESTE students in 2015 was located on Cegarska. It was not far from Faculty of Electronic Engineering, University of Nis where was the place I had to go for training every workday. And it also was not too far from Nis Center.

There were 6 housemates in a house, Spanish, German, Iranian and Thais girls. And another house of 3 boys, German, Ecuadorian and Chinese. We all usually had dinner and also went out together wherever we could such as Nis Banja, Skull Tower, Nis Fortress especially Nis Center.

On the training period, workday, I went to the faculty for training and I also got Serbian friends from there who always help me for anything and made me got another good friendship.

Pakwan Piwsoi is with the Department of Electrical Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), 1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, Thailand, E-mail: mppiwsoi@gmail.com



Fig.1 The Monument of Liberators of Nis.



Fig.2 My Serbian friends in Nis.

V. INTERSHIP AT THE FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

The Faculty of Electronic Engineering, University of Nis [3] was my workplace. Every workday I went to the Department of Electronics and I was trained by Dr.Danijel Dankovic and Milos Marjanovic.

The beginning of training was basic logic systems about filter circuits and I tried to simulate the circuits in LTSpice program to saw its properties. After I understood the basic, Dr.Danijel gave me to do a project about Band-stop Butterworth Filter for 50 Hz of frequency. I had to design the filter circuit, simulated the circuit in LTSpice program, did the experiment from the real circuit that I had created by cooperate with Milos.

Finally, the project was finished together with "Realization of Band-stop Butterworth Filter for 50 Hz" research paper that was proceeding of the 8th student projects conference, IEEESTEC [4].



Fig.3 Faculty of Electronic Engineering buiding.



Fig.4 Dr.Danijel Dankovic and I.

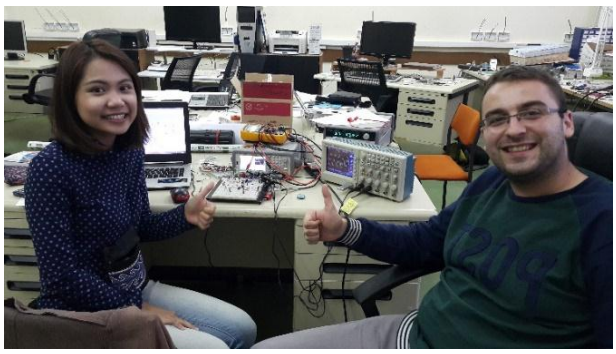


Fig.5 Milos Marjanovic and I.

VI. CONCLUSION

Six weeks of living in Serbia was made a gorgeous moment of my life even there was some adaptation at the beginning because everything in daily life was change. People, food, weather or language was strange but time could make me feel familiar with them. I have learned living with foreign friends, eating Serbian food, traveling in Serbia especially working with foreigner that was very useful in working life

ACKNOWLEDGEMENT

This opportunity would not have been possible if I did not have a support of individuals and organizations. Therefore I would like to extend my sincere gratitude to all of them.

First of all, I am thankful to Dr. Danijel Dankovic and Milos Marjanovic for provision of expertise and technical support in the implementation. Without their superior knowledge and experience, the project would like in quality of outcomes, and thus their support have been essential.

I also express my gratitude toward IAESTE organization for giving the great opportunity to training at the Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Serbia.

Moreover, I would like to thank to my foreign friends from many country including with Serbian friends who always taken care of me. I would not had a graceful remembrance without them.

Finally, I sincerely thank to my parents and families who provide the advice and financial support. This trip would not be possible without all of them.

REFERENCES

[1] http://www.iaeste.org/about-iaeste
[2] http://www.mfa.gov.rs/en/consular-affairs/entry-serbia/visa-Requirements
[3] University of Nis. https://www.ni.ac.rs/
[4] 8th Student Project Conference IEEESTEC 2015. http://ieee.elfak.ni.ac.rs/

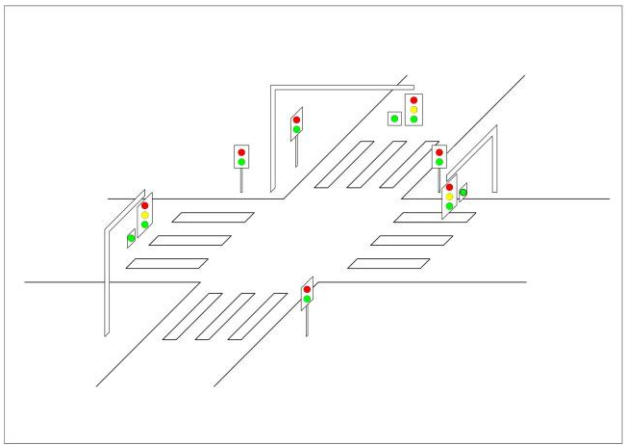
Idejna hardverska realizacija semafora sa uslovnim zelenim svetlom

Milan Petrović, Nikola Vučković

Sadržaj - U ovom projektu realizovana je raskrsnica sa semaforom. Ovaj semafor se sastoji iz dve celine. Prva celina je semafor za vozila sa uslovnim zelenim svetlom, a druga celina je semafor za pešake. Uslovno zeleno svetlo je ubačeno radi rasterećenja saobraćaja.

I. UVOD

Ovaj semafor realizovan je korišćenjem logičkih kola [1]. Pomoću njih je realizovana logika paljenja i gašenja svetla na semaforu po određenom redosledu. Crveno i zeleno svetlo (za pešake i motorna vozila) traje 25 sekundi, dok žuto svetlo (samo za motorna vozila) traje 4 sekunde. Izazni signali semafora aktiviraju odgovarajuće releje kako bi svetla mogla da rade na 220 V. Raskrsnica je formirana ukrštanjem glavne i sporedne ulice (Slika 1).



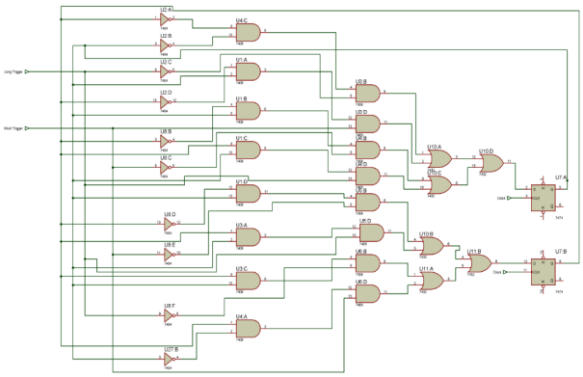
Slika 1. Izgled raskrsnice.

II. PRINCIP RADA

Pri projektovanju semafora pomoću logičkih kola određuje se broj stanja [2], odnosno načina na koji semafor svetli. U ovom projektu postoje četiri stanja. Prvo stanje: crveno svetlo na glavnom semaforu i zeleno na sporednom.

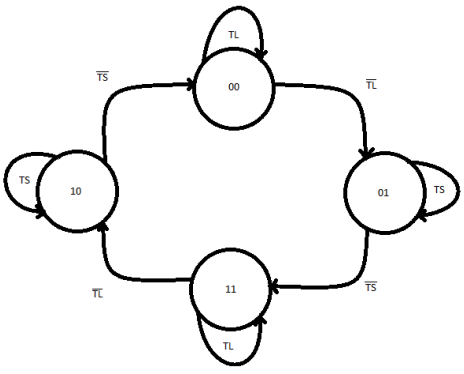
Milan Petrović i Nikola Vučković, studenti na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milan.petrovic@elfak.rs, nikola.hogar@gmail.com

Drugo stanje: žuto svetlo na svim semaforima. Treće stanje: zeleno svetlo na glavnom semaforu i crveno na sporednom. Četvrto stanje: žuto svetlo na svim semaforima. Za pobudu određenog stanja korišćen je Grey-ov kod, koji se u praksi pokazao kao najzgodniji zbog toga što se susedna stanja razlikuju samo po jednom bitu. Stanja se kasnije dekoduju i pale se određena svetla na semaforu (Slika 2).



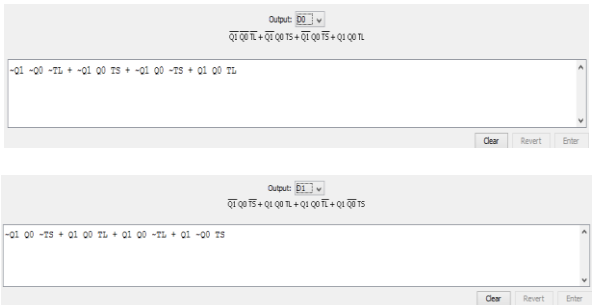
Slika 2. Logičko kolo semafora.

Stanje 00 predstavlja crvenu boju na glavnom semaforu i zelenu boju na sporednom semaforu, kao i zelenu boju za pešake na glavnom semaforu i crvenu na sporednom semaforu. Stanje 01 predstavlja žuta svetla na glavnim semaforima. Stanje 11 predstavlja invertovano stanje stanja 00. Stanje 10 je identično stanje stanju 01. U zavisnosti od stanja aktiviraju se trigeri (TL i TS), koji dalje pobuđuju stanja brojača preko dva D FLIP-FLOP-a (Slika 3).



Slika 3. Trigeri koji pobuđuju stanja brojača preko dva D Flip-flopa.

U softveru Logisim-u (softver za simulaciju logičkih kola i digitalne elektronike) su napravljene zasebne celine koje su kasnije sklopljene u kompletno kolo semafora. Takođe je u softveru Proteus 8.5 napravljena šema sa realnim komponentama. U Logisim-u su unešeni izrazi za stanja FLIP-FLOP-ova (Slike 4 i 5).

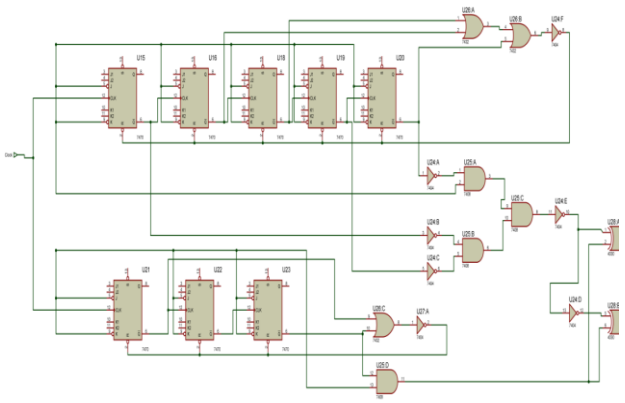


Slike 4. i 5. Izrazi za stanja Flip-flop-ova unešeni u Logisim-u.

Tim jednačinama smo dobijena je mogućnost da FLIP-FLOP-ove budu korišćeni kao brojači za Grey-ov kod.

Q_0 i Q_1 su signali sa izlaza D FLIP-FLOP-ova koji su poslati na ulaze logičkih kola u cilju generisanja narednog stanja na semaforu. D FLIP-FLOP-ovi u kolu služe kao memorijski elementi.

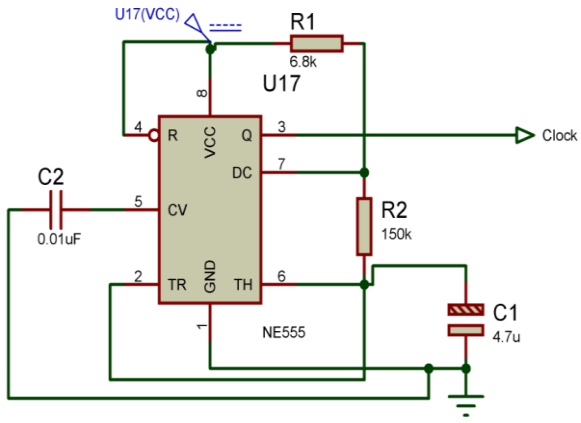
Nakon toga, projektovano je kolo (Slika 6) koje služi za trajanje intervala na semaforu (25 sekundi za crveno i zeleno i 4 sekundi za žuto).



Slika 6. Kolo projektovano za određivanje trajanja intervala na semaforu.

Prvi deo tog kola je sastavljen iz pet JK FLIP-FLOP-ova koji formiraju brojač modula 32, s tim što se ovaj brojač resetuje na 25 sekundi. Broj 25 se ujedno dekoduje u signal koji služi da popudi kolo da pređe u naredno stanje. Drugi deo kola je sastavljen iz tri JK FLIP-FLOP-a koji takođe čine brojač modula 4. Izlazi ovog kola se zovu Long Trigger i Short Trigger. Long i Short Trigger se varaćaju na početak gore pomenutih logičkih kola u cilju menjanja stanja nakon isteka brojanja brojača (menjanje stanja).

Da bi svi FLIP-FLOP-ovi radili potreban je neki clock signal. Taj clock signal je generisan preko integrisanog kola NE555. Ovo kolo je korišćeno u funkciji oscilatora od 1 Hz. Kako bi ovo kolo radilo kao oscilator potrebno je na odgovarajući način povezati ga sa dva otpornika i dva kondenzatora sa odgovarajućim vrednostima (Slika 7).



Slika 7. Kolo koje je korišćeno u funkciji oscilatora od 1Hz.

Realne vrednosti su proračunate i preuzete sa online kalkulatora sa sajta [3]. Zadnji deo šeme se koristi za dekodiranje stanja kako bi na odgovarajući način svetleli semafori.

III. Zaključak

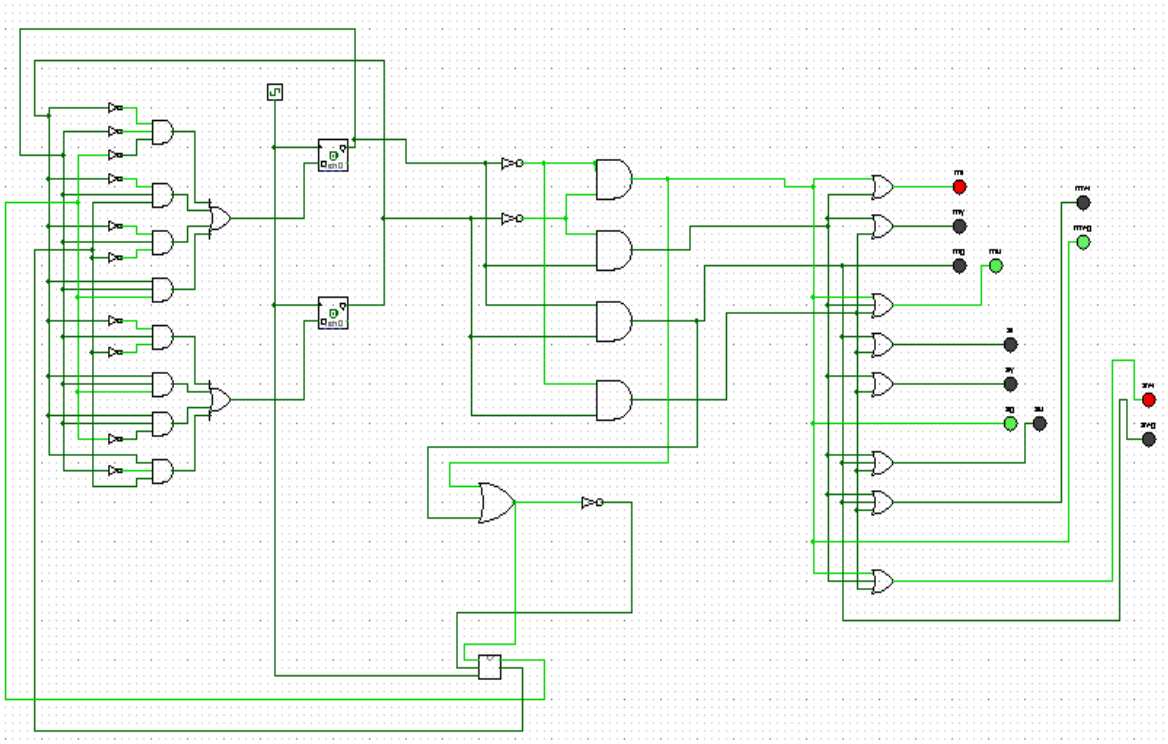
Ovaj projekat predstavlja hardverski kompletano realizovan semafor koji se može primeniti u raskrsnicama ukršatanja dva puta. U realnoj primeni, potrebno je dodati releje kako bi svetla mogla nesmetano svetleti.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju doc. dr Danijelu Dankoviću na ideji, kao i Katedri za mikroelektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu, za predavanja iz predmeta Digitalna mikroelektronika koja su nam dala ideju za ovaj projekat.

Literatura

[1] Predavanja iz predmeta Digitalna mikroelektronika, Danijel Danković.
[2] Tehničke dokumentacije komponenata.
[3] http://houseofjeff.com/555-timer-oscillator-frequency-calculator/.



Slika 8. Kompletna šema kola.

Subjektivna evaluacija kvaliteta udaljenog pristupa računaru kroz bežični NAT

Dragana Miletić, Miloš Grujić, Miloš Dimitrijević

Sadržaj – U ovom radu računaru se omogućava spoljni pristup NAT mreži, zatim se testira dostupnost odredišnog računara na IP mreži, kao i vreme kašnjenja ping paketa poslatih od izvorišnog računara do odredišnog računara preko rutera. Izršena je provera mogućih prekida u komunikaciji u slučaju zagušenja mreže. U daljem tekstu prikazani su rezultati analize, detaljno objašnjenje postupka analize kao i programskih paketa koji su korišćeni za testiranje.

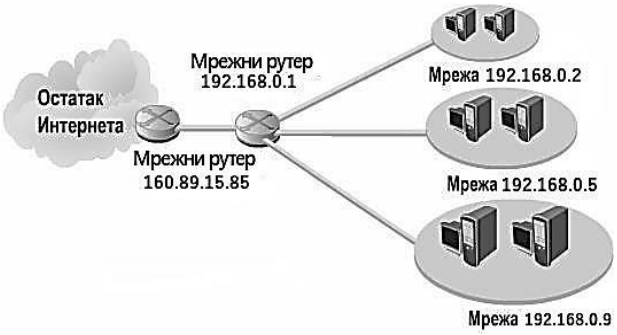
I UVOD

IP adresa predstavlja numeričku labelu koja je dodeljena svakom uređaju (kao na primer, računar, printer, itd.) koji učestvuje u mrežnoj komunikaciji koja koristi Internet protokol (IP). IP sadrži informacije o adresiranju, odnosno omogućava jedinstvenu adresu i laku identifikaciju uređaja.

NAT (Network address translation) predstavlja sistem za prevođenje mrežnih adresa. Koristi se za računare koji rade u lokalnoj mreži, odnosno za računare koji dele istu internet konekciju. Natovanje omogućava računarima unutar LAN (Local Area Network) mreže da pristupe internetu koristeći istu IP adresu. Računari unutar lokalne mreže zaštićeni su ograničenjem eksternih kontakta sa lokalnom mrežom. Mrežni uređaji van lokalne mreže mogu videti samo javnu IP adresu, dok iza NAT-a može postojati veliki broj računara sa privatnom IP adresom, kako je to prikazano na slici 1.

Korisnost NAT-a je evidentna i sa tačke gledišta mrežne administracije kao i sa tačke gledišta bezbednosti interne mreže; administrator može da podeli veliku mrežu bez potrebe da se uvode neka specijalna podešavanja. Pošto su svi računari u kontaktu sa Internetom preko jedne javne IP adrese, mašine u mreži mogu da se dodaju ili brišu bez obaveštavanja eksterne mreže.

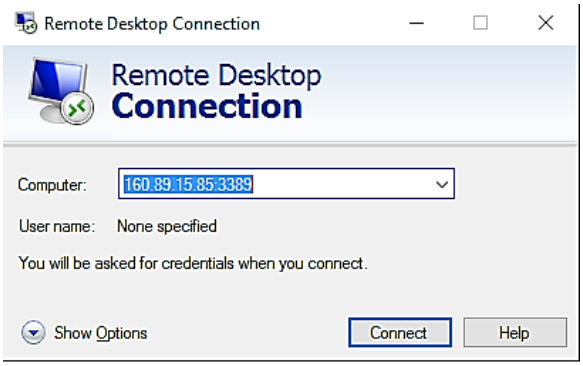
Dragana Miletić, Miloš Grujić i Miloš Dimitrijević su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: mrmilosdimitrijevic92@gmail.com.



Slika 1. Opšta šema NAT pristupa

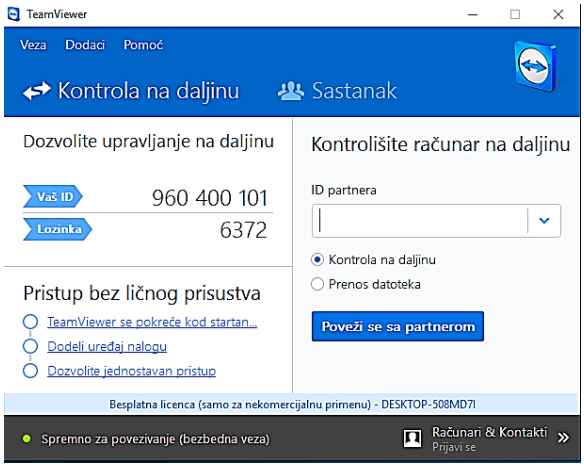
II UDALJENI PRISTUP

Remote Desktop Protocol (RDP) ili Remote Desktop Connection (RDC) je protokol kojim se korisnik može logovati sa bilo kojeg računara na računar sa uključenim RDP-om. Korišćenjem ovog protokola može se konektovati tj. pristupiti računaru u okviru iste lokalne mreže ili spolja preko interneta, sa neke udaljene lokacije ili iz druge mreže. Zbog bezbednosti i privatnosti logovanje na RDP treba onemogućiti korisnicima koji nisu administratori, što zahteva podešavanje lozinke ili eventualno, preko polisa, dozvoliti logovanje korisničkih naloga koji nemaju lozinku.



Slika 2. Remote Desktop Connection.

Kada se pokrene RDP, potrebno je ukucati IP adresu računara servera u polju *Computer* kao i broj porta. U polju *User name* upisuje se korisničko ime računara (servera) na koji se pristupa.



Slika 3. Teamviewer.

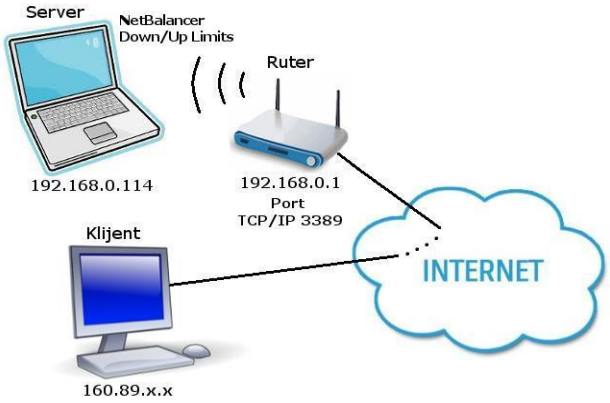
Drugi način za udaljeno pristupanje server računaru moguće je realizovati uz pomoć Teamviewer-a. Teamviewer je najjednostavniji program za povezivanje sa nekim udaljenim računarom. Za korišćenje ovog pristupa potrebna je ista verzija programa na oba računara i internet konekcija.

Prilikom korišćenja, Teamviewer mora biti startovan na oba računara, a veza se ostvaruje preko Teamviewer servera i nisu potrebna nikakva podešavanja rutera (Port-a) ili firewall-a. Kao i prethodni i ovaj programski paket pruža opcije kao što su daljinsko upravljanje računarima i prenos podataka između računara. Teamviewer poseduje nekoliko dodatnih opcija kao što su chat, audio video komunikacija, konferencijski pozivi, itd. Sve ove dodatne funkcije postaju dostupne plaćanjem odgovarajuće licence.

Kada se pokrene Teamviewer, automatski se dodeljuje ID i Lozinka, na osnovu čega računar na koji se treba konektovati može biti identifikovan od strane drugog Teamviewer korisnika .

II MREŽNA POSTAVKA TESTA

Naš cilj u ovom radu jeste subjektivno ispitivanje kvaliteta udaljenog pristupa uz pomoć dva već pomenuta načina, korišćenjem RDP i TV. Iako je funkcionalnost koju obezbeđuju u suštini identična, naša pretpostavka je da različite implementacije mogu imati različito subjektivno iskustvo, zavisno od čitavog niza uslova, koji uključuju: različite bitske brzine prenosa usled potencijalnog zagušenja mrežne opreme, različite načine implementacije kompresije, dekompresije i prenosa podataka, različite scenarije korišćenja, kao i načine adaptacije na dinamičku promenu uslova. Da bismo testirali udaljeni pristup, najpre je bilo potrebno da obezbedimo okruženje u kome ćemo moći da kontrolisano menjamo parametre, i da dobijeme ponovljive rezultate testiranja. Za ovu svrhu smo predvideli mrežnu postavku kao na slici 4. Računar kome pristupamo je na slici prikazan kao laptop, koji je povezan sa globalnom mrežom putem bežičnog rutera. Računar sa koga pristupamo udaljenom računaru je na slici prikazan kao desktop računar koji ima vezu prema internetu.



Slika 4. Mrežna postavka koju smo koristili za testiranje.

Kada je u pitanju ograničen protok saobraćaja, što se relativno često može dogoditi u bežičnom pristupu, njega sm oodlučili da simuliramo ograničavanjem protoka na udaljenom računaru, odnosno laptopu u šemi na slici 4. Za ovu svrhu smo koristili NetBalancer, softverski paket koji omogućava kontrolu i nadgledanje mrežnog saobraćaja. Uz njegovu pomoć je moguće za svaki proces ponaosob, kao i agregatno, podesiti ograničenje maksimalne brzine odlaznog i dolaznog saobraćaja, što nam je i bio cilj.

Pre svega, potrebno je uspostaviti konekciju sa lokalnom (privatnom) IP adresom preko računara na kome se vrši tražena analiza. Zatim se u pretraživač unosi IP adresa lokalne mreže (u našem slučaju 192.168.0.1, IP adresa D-Link rutera) na koju se povezuje računar. Preko opcije Setup -> Lan dodeljuje (rezerviše) se IP adresa računara (192.168.0.114). Korišćenjem opcije Status može se videti javna IP adresa koja je potrebna za daljna testiranja. Opcijom Port Filtering proizvoljno se podešava port (u našem slučaju TCP/IP 3389).

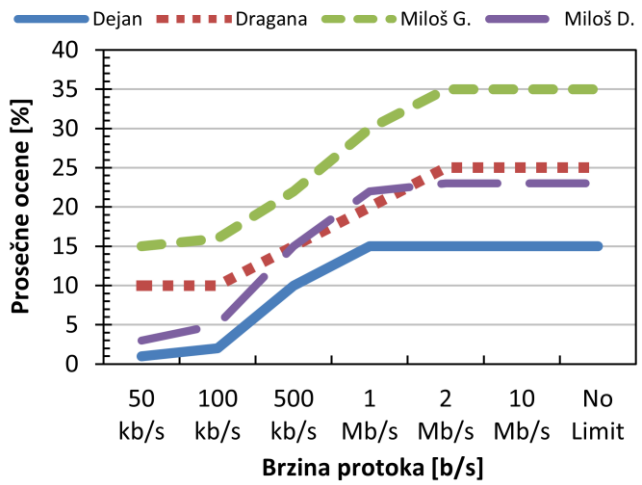
Opisana postavka je neophodna za pristup računaru preko paketa Remote Desktop Connection, koji je sastavni deo operativnog sistema Windows. Postoje implementacije ovog protokola i za druge operativne sisteme, ali njih nismo razmatrali u ovom slučaju. Što se tiče Teamviewer-a, za njega je dovoljno da računar ima vezu ka internetu, a sve postavke se podešavaju automatski.

III REALIZACIJA I REZULTATI TESTIRANJA

U cilju praktične realizacije testiranja korišćena su dva računara kao što je prikazano na slici 4. Prvi (prikazan kao laptop) je korišćen kao server, dok se sa drugog računara, koji ima ulogu klijenta, pristupalo prvom preko Remote Desktop Connection-a i Teamviewer-a. Testiran je prenos podataka preko navedenih programa, a potom je subjektivno ocenjivan njihov rad. Princip rada je takav da se poslati paket sa javnom adresom prvo šalje do rutera, a

TABELA 1
SUBJEKTIVNE OCENE KVALITETA KORIŠĆENJEM PRISTUPA 1 (REMOTE DESKTOP CONNECTION)

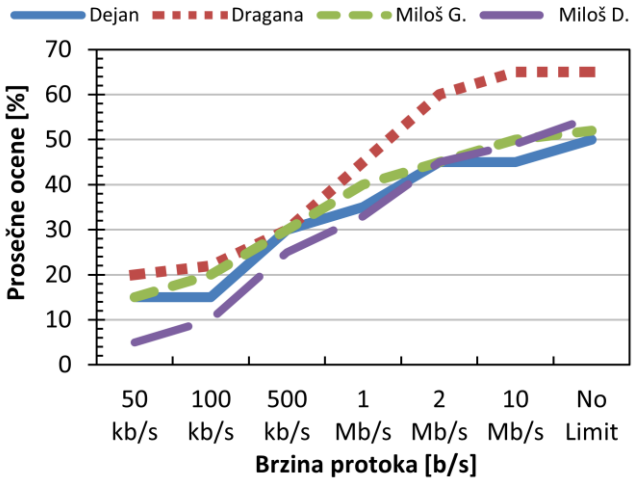
Brzina protoka	50 kb/s	100 kb/s	500 kb/s	1 Mb/s	2 Mb/s	10 Mb/s	No Limit
Dejan	15	15	30	35	45	45	50
Dragana	20	22	30	45	60	65	65
Miloš G.	15	20	30	40	45	50	52
Miloš D.	5	10	25	33	45	49	55



Slika 5. Subjektivni kvalitet prvog pristupa u zavisnosti od brzine protoka.

TABELA 2
SUBJEKTIVNE OCENE KVALITETA KORIŠĆENJEM PRISTUPA 2 (TEAMVIEWER)

Brzina protoka	50 kb/s	100 kb/s	500 kb/s	1 Mb/s	2 Mb/s	10 Mb/s	No Limit
Dejan	1	2	10	15	15	15	15
Dragana	10	10	15	20	25	25	25
Miloš G.	15	16	22	30	35	35	35
Miloš D.	3	5	15	22	23	23	23



Slika 6-Subjektivni kvalitet drugog pristupa u zavisnosti od brzine protoka.

zatim se u ruteru prevodi na željenu lokalnu adresu i šalje do klijenta.

Puštanjem video sadržaja u brauzeru na udaljenom računaru ocenjivana je brzina rada korišćenih načina pristupa, kao i subjektivni kvalitet pristupa. Tačnije, na prvom računaru-serveru su puštani sadržaji preko servisa youtube, a potom se preko drugog računara pristupalo prvom preko navedenih programa. Pre procene kvaliteta rada ograničen je protok korišćenjem programskog paketa NetBalancer. Protok je ograničen na vrednosti iz skupa 50 kb/s, 100 kb/s, 500 kb/s, 1 Mb/s, 2 Mb/s, 10 Mb/s i na kraju bez limita, a zatim su dodeljivane subjektivne ocene za svaki protok pojedinačno. Subjektivna ocena je prema internom dogovoru bila brojka od 0 do 100% koja opisuje kvalitet sadržaja kojima se pristupa na udaljenom računaru. U subjektivnu ocenu koju smo procenjivali ulaze sledeći parametri:

- upotrebljivost grafičkog interfejsa na udaljenom računaru
- kvalitet zvuka

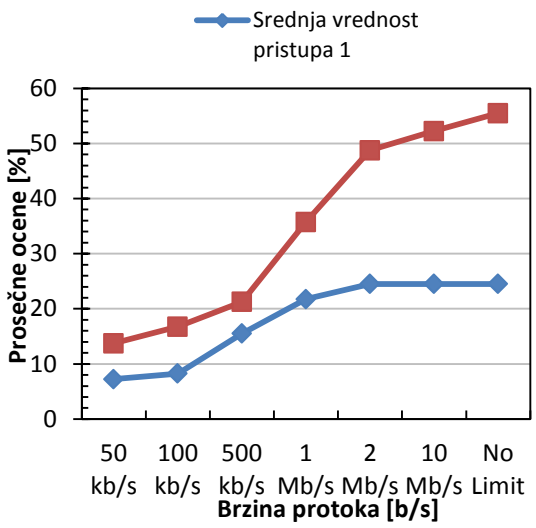
-kvalitet video sadržaja

U tabeli 1 su prikazani rezultati ocenjivanja kvaliteta pristupa pomoću Remote Desktop Connection programskog paketa i dat je grafički prikaz dobijenih rezultata na slici 5.

Prilikom testiranja RDP-a može se primetiti da je maksimalni protok koji Remote Desktop Connection može da ostvari oko 2 Mb/s i da je kvalitet deljenja podataka nakon postizanja ove brzine konstantan. Može se reći da ovaj programski paket delimično zadovoljava subjektivne kriterijume i da je kvalitet deljenja podataka puštanjem video i audio zapisa veoma mali. Što se tiče upotrebljivosti grafičkog interfejsa, rezultat je nešto povoljniji, ali parcijalne rezultate nismo ocenjivali, tako da nemamo preciznu posebnu informaciju o ovoj kategoriji.

U tabeli 2 prikazani su rezultati ocenjivanja subjektivnog kvaliteta pomoću Teamviewer-a, a zatim je dat grafički prikaz istih na slici 6. Dobijeni rezultati pokazuju nešto manju disperziju u odnosu na prethodni test, što ukazuje da se subjekti bolje slažu oko rezultata testiranja, po čemu ovaj test možemo smatrati reprezentativnijim. Subjekti koji su prilikom prvog testa imali najblaže i najstrože kriterijume, su u drugom testu dali ocene koje su blizu srednjoj vrednosti ocena.

Odmah se može uočiti da je subjektivni kvalitet u drugom testu značajno bolji nego u prvom. Na veoma niskim bitskim brzinama nema veće razlike, ali se sa povećanjem bitske brzine uočava sve značajnija razlika u korist Teamviewer-a. Takođe, nije uočeno ograničenje bitske brzine, već se povećavanjem dobija sve bolji kvalitet, čak i preko brzine od 2 Mb/s.



Slika 7. Subjektivni kvalitet srednjih vrednosti prvog i drugog načina pristupa, u zavisnosti od brzine protoka.

Na slici 7 je prikazano poređenje usrednjenih ocena za obadva načina pristupa. Može se uočiti da Teamviever ima približno dvostruko bolju subjektivnu ocenu u odnosu na Remote Desktop Connection na gotovo svim bitskim brzinama. Ovu razliku, po našem mišljenju, možemo pripisati korišćenju efikasnijih algoritmima za kompresiju slike, zvuka i videa. Ovi rezultati nisu iznenađenje, jer se radi o komercijalnom programskom paketu. Zanimljivo je da obadva pristupa ne daju subjektivni kvalitet od 100% kada nema ograničenja bitske brzine.

IV Zaključak

U ovom radu, ispitan je pristup NAT mreži korisničkog računara putem Remote Desktop Connection-a i Teamviewer-a. Testirana je dostupnost odredišnog računara-servera, kao i vreme kašnjenja ping paketa poslatih u komunikaciji preko rutera. Izvršena je provera mogućih prekida u komunikaciji, kao i degradacije kvaliteta u slučaju zagušenja mreže. Dobijeni rezultati pokazuju da je komercijalni programski paket Teamviewer po subjektivnoj oceni kvaliteta gotovo dvostruko povoljniji od korišćenog RDC pristupa.

Zahvalnica

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Komutacija i rutiranje, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 8. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska i softverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

Literatura

[1] D. Medhi, K. Ramasamy, Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures, Morgan Kaufmann, 2007.
[2] G. Thomas, "Understanding Ethernet Switches and Routers", Contemporary Control Systems, pp. 1-5, April 2011.
[3] Wikipedia, „Network address translation“ https://en.wikipedia.org/wiki/Network_address_translation
[4] Wikipedia, „Remote Desktop Protocol“, https://en.wikipedia.org/wiki/Remote_Desktop_Protocol
[5] TeamViewer GmbH., "TeamViewer 11 Manual, Remote Control", 2016, dostupno na: https://downloadeu8.teamviewer.com/docs/en/v11/TeamViewer11-Manual-Remote-Control-en.pdf
[6] Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall, Računarske mreže, Mikro knjiga, prevod petog izdanja

Realizacija gitarskog pojačala

Andrija Prvulović

Sadržaj – Realizovano je gitarsko pojačalo male izlazne snage, sa ugrađenim zvučnim efektom, primenom operacionih pojačavača. Pojačalo se sastoji od pretpojačala, čiji jedan deo stvara pomenuti efekat, i pojačavača snage TDA2030. Ugrađeni efekat je oblik distorzije, projektovan po modelu „Big Muff π“ gitarske pedale.

I. GITARSKA POJAČALA

Gitarska pojačala pojačavaju male signale koje proizvode elektromagneti gitare usled mehaničkih vibracija žica. Pošto je ovako dobijen električni signal previše slab da bi se prosledio zvučniku, neophodno je pojačalo koje će ga u dovoljnoj meri pojačati [1].

Razvoj gitarskih pojačala kroz istoriju je pratio razvoj elektronike i inovacija na tom polju. Prva proizvedena pojačala su u osnovi bila modifikovani radio uređaji, prilagođeni električnim gitarama i nisu imala nikakvu kontrolu zvuka. Kao pojačavački elementi, korišćene su elektronske cevi (lampe), koje se i danas koriste u te svrhe, ali zbog razvoja koji je ostvaren u elektronici u poslednjih 70 godina, razvijena su i pojačala koja koriste novije tehnologije - tranzistore, integrisana kola i procesore. Pojačalo koje je tema ovog rada, realizovano je primenom integrisanih kola.

Gitarska pojačala se sastoje od napajanja, pojačavača snage i pretpojačavača, koji signal iz elektromagneta gitare pojačava na nivo neophodan za rad pojačavača snage. Uloga pojačavača snage je da pojača snagu signala i prosledi ga na izlaz – zvučnik [2].

II. GITARSKI EFEKTI I PEDALE

U pretpojačavače gitarskih pojačala se mogu ugraditi posebna elektronska kola kojima se postižu određeni zvučni efekti. Uloga efekata je da menjaju oblik električnog signala koji dolazi iz instrumenta, pritom dajući signalu određenu „boju“, dakle vrše obradu električnog audio signala i prema nameni, odnosno u zavisnosti od toga koju karakterisitku ulaznog signala i na koji način obrađuju, u osnovi se dele na efekte za:

Andrija Prvulović je student master studija na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: a.prvulovic@hotmail.com

1. Vremensku obradu signala – utiču na fazu signala i njegovo kašnjenje, čime se postiže efekat prostornosti zvuka i njegovo ponavljanje;
2. Dinamičku obradu signala – utiču na nivo signala, pojačavajući ga ili menjajući mu oblik;
3. Obradu frekvencijske karakteristike – utiču na frekvencijsku karakteristiku signala menjanjem visine tona ili se neki delovi frekvencijskog opsega uklanjaju [3].

Može se izvršiti podela i na distorzije, uređaje za vremensku obradu, modulatore, filtre, uređaje za dinamičku obradu, uređaje za obradu frekvencije i uređaje za obradu sustejna, odnosno održivosti signala. Ova nova podela se uvodi radi lakše klasifikacije velikog broja efekata koji mogu vršiti više različitih obrada signala.

Osim što mogu biti ugrađeni u pretpojačala, gitarski efekti mogu biti i u obliku „pedala“. Gitarske pedale postoje kao posebni uređaji, odvojeni od pojačala, u sopstvenom kućištu i obično se nalaze na podu, ispred muzičara, između instrumenta i pojačala. Mogu se uključiti i isključiti nogom, pritiskom posebnog prekidača koji se nalazi na kućištu. Pedala može sadržati i druge prekidače kojima se kontrolišu neki delovi kola, kao i jedan ili više potenciometara kojima se efekat podešava. Mogu se napajati posebnim ispravljačem ili baterijama [4].

U ovom radu, kao model za projektovanje pretpojačala, uzeta je „Big Muff π“ gitarska pedala (slika 1) koja proizvodi efekat distorzije, tačnije „faz“ efekat, a ima i filtarsku ulogu [5].



Slika 1. „Big Muff π“ gitarska pedala.

III. DISTORZIJA

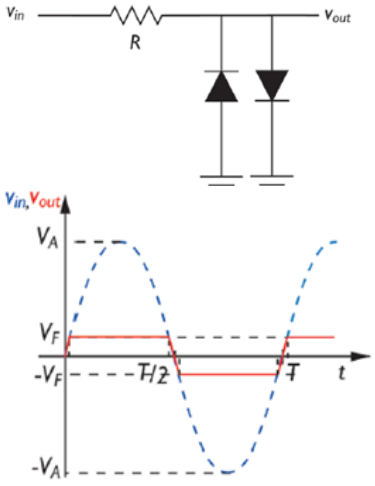
Reč „distorzija“ se odnosi na bilo koju modifikaciju talasnog oblika naizmeničnog signala, ali u muzici ima malo drugačije značenje. Distorzija, u širem smislu, jeste efekat koji dinamički i frekvencijski obrađuje signal, dajući mu „topao“, „šljunkovit“ i „mutan“ prizvuk, laičkim rečima daje „krčanje“ zvuku.

Postoje tri tipa distorzije:

1. Overdrajv (eng. Overdrive)
2. Distorzija (u užem smislu) i
3. Faz efekat (eng. Fuzz).

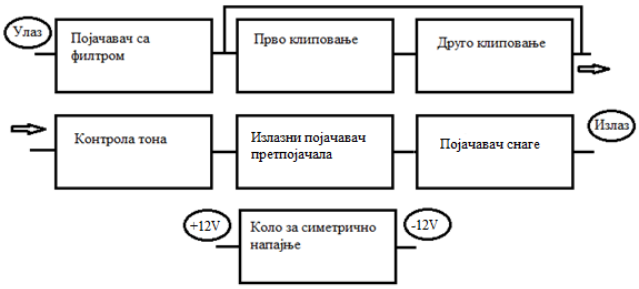
Razlika između overdrajv efekta i distorzije se, pre svega, ogleda u tome koliko je signal izobličen. Overdrajv efekat se stvara takozvanim „mekim“ klipovanjem signala – vrh signala je blago odsečen, ali se oblik zadržava, odnosno ostaje manje ili više zaobljen. Efekat distorzije (u užem smislu) se postiže „tvrdim“ klipovanjem signala – vrh je više odsečen nego kod overdrajv efekta i postaje ravan. Sličnost između overdrajv efekta i distorzije, često nije izražena, pa ne može da se postavi jasna granica između ta dva efekta. Pojedine pedale imaju funkciju oba efekta. Faz efekat je poseban tip distorzije. Dobija se, takođe, tvrdim klipovanjem signala, ali, za razliku od distorzije i overdrajva, signal je, nakon obrade, četvrtast. Karakterističan je i određeni efekat „zujanja“, pa verovatno otuda i ime [6].

U elektronskim kolima, koja stvaraju bilo koji od pomenuta tri tipa distorzije, za realizaciju klipera, odnosno kola za ograničavanje naponskog nivoa (odsecanje), koriste se paralelno vezane poluprovodničke diode (paralelni kliperi). Mogu biti jednostrani (pozitivni ili negativni) ili dvostrani, što je češći slučaj (slika 2) [7].



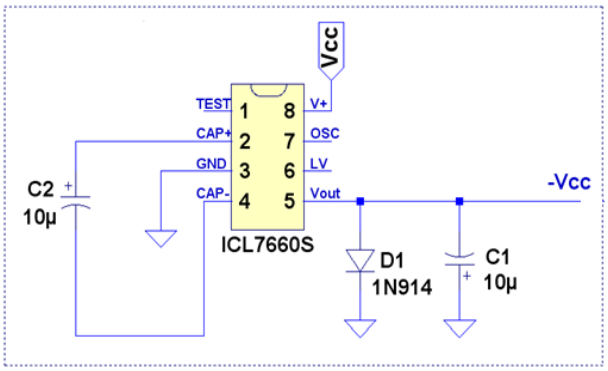
Slika 2. Dvostrani paralelni kliper i tvrdo klipovan signal.

IV. BLOK I ELEKTRIČNA ŠEMA POJAČALA



Slika 3. Blok šema pojačala.

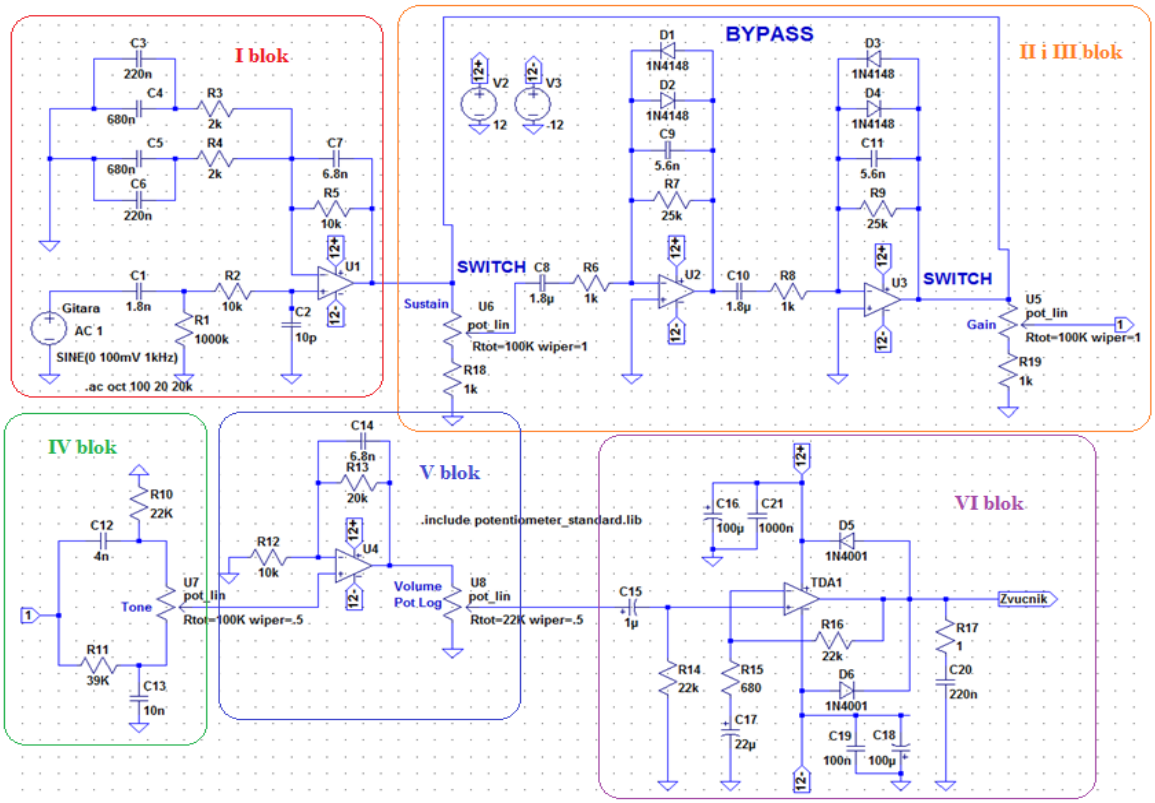
Blok šema pojačala je prikazana na slici 3. Sastoji se od 6 blokova za obradu signala i bloka koji obezbeđuje simetrično napajanje (slika 4) [8].



Slika 4. Blok za simetrično napajanje sa integrisananim kolom ICL7660S.

Na električnoj šemi pojačala (slika 5) su, pored vrednosti svih komponenti, koje su standardne (realne), označeni i potenciometri sa svojim ulogama, kao i mesta gde će biti povezan „bajpes“ (eng. Bypass) prekidač, koji je ilustrovan i na blok šemi i koji se nalazi na kućištu pojačala. Njegova uloga je da omogući isključenje faz efekta (blokova za klipovanje), odnosno da prosledi nemodifikovan zvuk narednim blokovima i pojačavaču snage, pri čemu se na izlazu pojačala dobija takozvani „čist“ zvuk (eng. Clean).

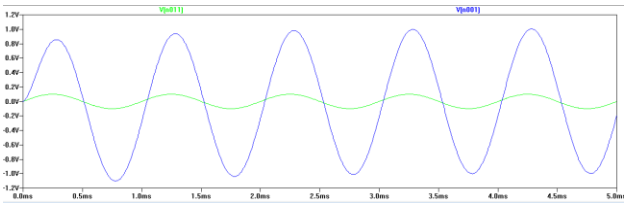
Za napon napajanja je uzet napon od ±12V, jer je -12V maksimalni napon koji integrisano kolo ICL7660S može da konvertuje. Pri tom napajanju, maksimalna izlazna snaga pojačavača snage, bez obzira na izobličenja, jeste 2.25W, kada se koristi zvučnik otpornosti 8Ω, odnosno 4.5W za zvučnik otpornosti 4Ω.



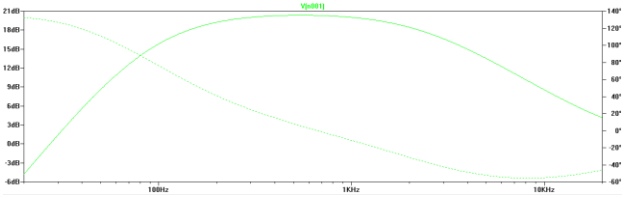
Slika 5. Električna šema pojačala.

V. ANALIZA

U prvom bloku pojačala, signal iz gitare, (amplitude 100mV i frekvencije 1kHz) se pojačava oko 10 puta (slika 6). Pojačavačko kolo je sačinjeno od operacionog pojačavača u neinvertujućoj konfiguraciji, koji sa otpornicima i kondenzatorima obrazuje filtar propusnik opsega sa graničnim frekvencijama od 90Hz i 2.34kHz (slika 7) [8].

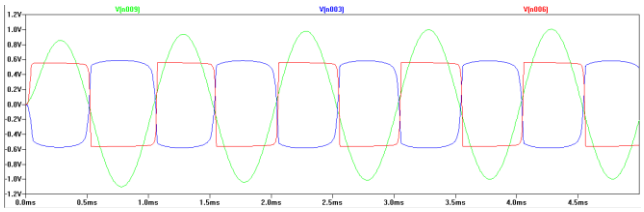


Slika 6. Signal iz gitare (zeleni) i signal na izlazu iz bloka (plavi).

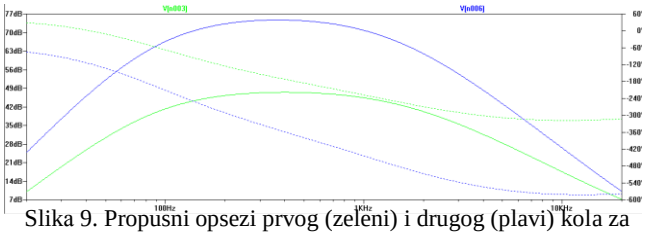


Slika 7. Propusni opseg prvog bloka.

U drugom i trećem bloku se vrše meko i tvrdo klipovanje signala, odnosno u njima se stvara efekat distorzije. Kola su identična i sastoje se od operacionih pojačavača u invertujućoj konfiguraciji. Pojačavanje signala je oko 25 (slika 8), a propusni opseg filtra drugog reda koji obrazuju kola ima granične frekvencije od 90Hz i 1.2kHz (slika 9).

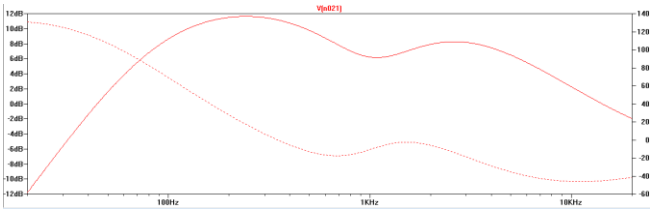


Slika 8. Signal iz prvog bloka (zeleni), meko klipovan signal (plavi) i tvrdo klipovan signal (crveni).



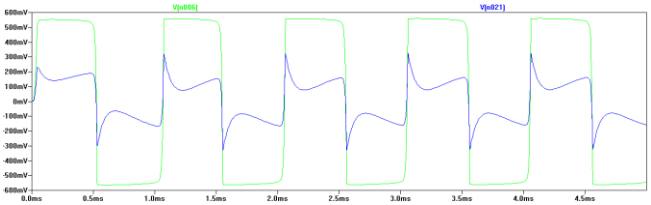
Slika 9. Propusni opsezi prvog (zeleni) i drugog (plavi) kola za klipovanje.

Na ulazu i izlazu iz blokova se nalaze dva linearna potenciometra od 100kΩ. Prvim potenciometrom se kontroliše nivo signala koji ulazi u blokove za klipovanje, čime se kontroliše sustejn (eng. Sustain), odnosno održivost signala na izlazu, i za potrebe simulacije je podešen na maksimum. Drugi potenciometar, koji se nalazi na izlazu, pruža dodatnu kontrolu naponskog nivoa u slučaju kada je efekat uključen, a kada je isključen, njime se kontroliše nivo signala iz prvog bloka, pre ulaska u četvrti – blok za kontrolu tona. U četvrtom bloku se podešava propusni opseg. Potenciometrom na izlazu se bira da li će u signalu više biti prisutne visoke ili niske učestanosti. Na srednjim frekvencijama – oko 1kHz (srednji položaj potenciometra), dolazi do slabljenja signala, jer je cilj da se smanje nivoi signala srednjih učestanosti. (slika 10).

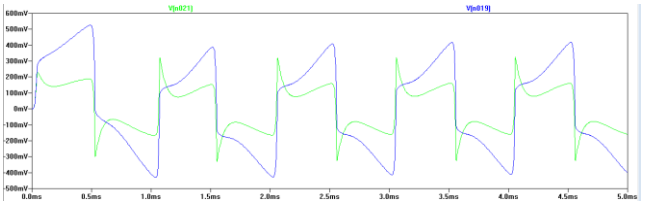


Slika 10. Propusni opseg filtarskog bloka.

Pošto filtarski blok oslabljuje signal (slika 11), neophodan je njegov oporavak, što se postiže u petom bloku koji čini operacioni pojačavač u neinvertujućoj konfiguraciji i koji pojačava signal 3 puta (slika 12). Pojačavaču je dodat i kondenzator koji obrazuje filtar propusnik niskih učestanosti sa graničnom frekvencijom od 1.2kHz.

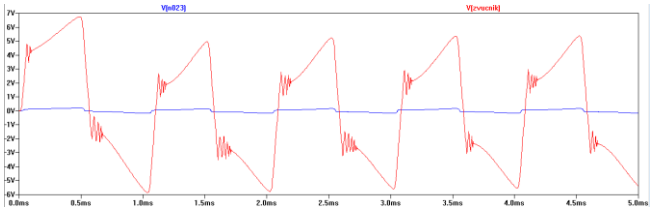


Slika 11. Signal na ulazu (zeleni) i izlazu (plavi) iz filtarskog bloka.



Slika 12. Signal na ulazu (zeleni) i izlazu (plavi) iz pojačavača za oporavak signala.

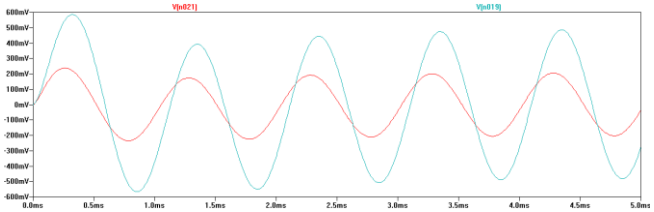
Poslednji blok jeste pojačavač snage koji čini integrisano kolo TDA2030 [9]. Signal se pojačavaču snage prosleđuje preko poslednjeg, logaritamskog potenciometra od 22kΩ, koji je u ovom slučaju podešen na srednji položaj. Pojačavač snage je projektovan tako da pojačava nivo signala oko 33 puta (~30dB) (slika 13).



Slika 13. Signal na ulazu (plavi) i izlazu (crveni) iz pojačavača snage.

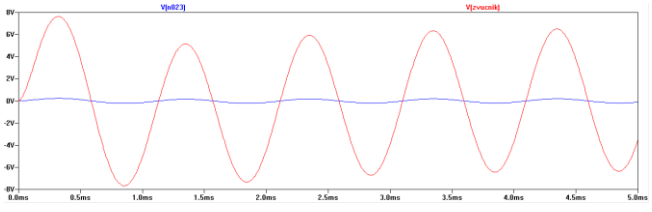
Oblik izlaznog signala se razlikuje od četvrtastog koji se dobija posle dvostrukog klipovanja, što je rezultat dodatne obrade, ali može se smatrati da je efekat distorzije postignut.

Kada je efekat isključen, nemodifikovani signal se prosleđuje filtarskom bloku i frekvencijska karatkeristika je ista. Kada je potenciometar na izlazu u srednjem položaju, dolazi do slabljenja signala, i u petom bloku se vrši njegov oporavak (slika 14).



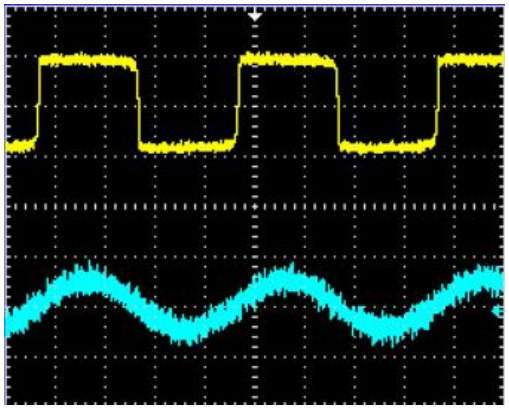
Slika 14. Signal na ulazu (crveni) i izlazu (plavi) iz pojačavača za oporavak signala.

Odatle se signal, kao i u prethodnom slučaju, prosleđuje pojačavaču snage preko logaritamskog potenciometra od 22kΩ, koji je u srednjem položaju. Amplituda izlaznog signala je oko 33 puta veća od amplitude ulaznog (slika 15).



Slika 15. Signal na ulazu (plavi) i izlazu (crveni) iz pojačavača snage.

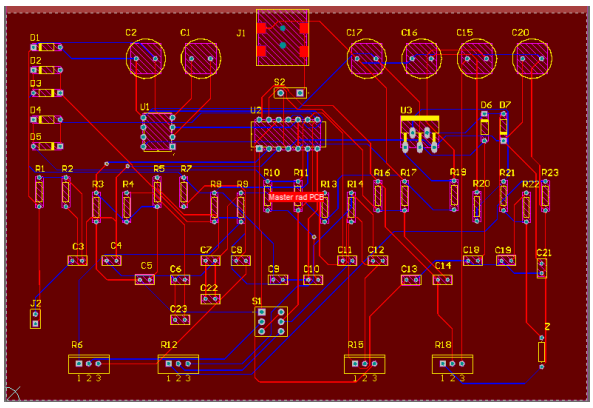
Blokovi za klipovanje su realizovani na protopločici sa realnim komponentama i testirani primenom signal generatora (AFG 3102) i osciloskopa (TDS 2024B) [10], [11].



Slika 16. Signal na ulazu u blokove za klipovanje (plavi) u poređenju sa signalom nakon dvostrukog klipovanja (žuti) .

VI. Štampana ploča pojačala

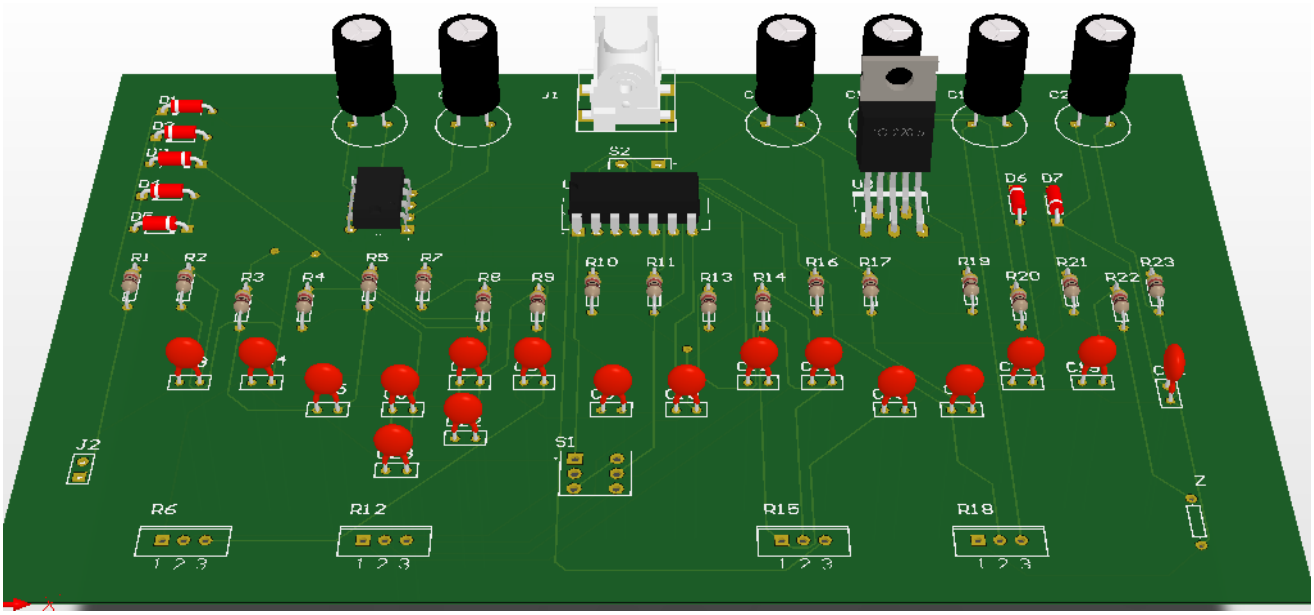
Štampana ploča pojačala je projektovana u softveru „Altium Designer 16“ [12]. Na slikama 17. i 18. su 2D i 3D prikazi pločice.



Slika 17. 2D prikaz projektovane štampane ploče.

VII. Zaključak

Simulacija pretpojačala sa operacionim pojačavačima u kombinaciji sa TDA2030 pojačavačem snage je pokazala zadovoljavajuće rezultate. Projektovani uređaj je malih dimenzija i dovoljne snage za upotrebu u kućnim uslovima, odnosno u manjim prostorijama. Da bi se stekao kompletan uvid u kvalitet zvuka i uopšte celog uređaja, kao i sve njegove mogućnosti i mane, neophodna je njegova kompletna fizička realizacija. Osim elektronike od koje je sačinjen, na kvalitet zvuka će u velikoj meri uticati i vrsta i kvalitet upotrebljenog zvučnika, kao i konstrukcija kućišta.



Slika 18. 3D prikaz projektovane štampane ploče.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat je realizovan kao master rad na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi. Autor se zahvaljuje dr Danijelu Dankoviću na stručnim savetima, sugestijama i podršci prilikom izrade rada.

REFERENCE

[1] Brosnac, Donald (1980) - Guitar Electronics: A Workbook. Ojai, CA: d.B. Music Co. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Pickup_(music_technology)

[2] Kunac, Davor (2010) – While my amp gently weeps - all you want to know about guitar amplifiers part 1. Dostupno na: http://live4guitar.com/article/while-my-amp-gently-weeps-all-you-want-to-know-aboutguitar-amplifiers-part-1-introduction

[3] Yakabuski, Jim (2001) - Professional Sound Reinforcement Techniques: Tips and Tricks of a Concert Sound Engineer. Hal Leonard Corporation. Dostupno na: https://sr.wikipedia.org/sr/Stompbox_gitarski_efekati

[4] Brewster, David M. (2003) - Introduction to Guitar Tone & Effects: An Essential Manual for Getting the Best Sounds from Electric Guitars, Amplifiers, Effect Pedals, and Digital Processors. Hal Leonard. Dostupno na: https://sr.wikipedia.org/sr/Stompbox_gitarski_efekati

[5] Rae, Kit (2015) - THE BIG MUFF π: A HISTORY OF ALL VERSIONS (Part 1). Dostupno na: http://www.electrosmash.com/big-muff-pi-analysis

[6] Ross, Michael (1998) - Getting Great Guitar Sounds. Hal Leonard. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Distortion_(music)

[7] Prijić, Aneta (2013) - Poluprovodničke komponente: Kliperi (slajdovi sa predavanja)

[8] Danković, Danijel (2013) – Analogna mikroelektronika: Operacioni pojačavači (lab. vežbe)

[9] TDA 2030 Datasheet. Dostupno na: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/98262/ETC/TDA2030.html

[10] AFG 3102, Dual Channel Arbitrary/Function Generator, Tektronix. Dostupno na: http://www.tek.com/

[11] TDS 2024B Four Channel, Digital Storage Oscilloscope, Tektronix. Dostupno na: http://www.tek.com/

[12] Danijel Danković (2013) – Projektovanje štampanih ploča (Prateći materijal za predavanja i vežbe)

Aritmetičko-logička jedinica

Nikola Miljković

Sadržaj - Osnovni deo računara i uopšte svakog mikroprocesora je aritmetičko - logička jedinica (Engl. Arithmetic - logic unit). Aritmetičko - logička jedinica je sastavni deo računara od samog začetka računarske tehnologije, pa se nalazi i u Von Neumann-ovom modelu računara. Aritmetičke i logičke operacije su opisane korišćenjem programa Logisim [1] i realizovane praktično u programu Fritzing [2].

I. UVOD

Procesor je odgovoran za korišćenje informacija koje se nalaze u programskoj memoriji (naredbe) za kontrolisanje određenih procesa, a samim tim i ulazno-izlaznih uređaja. Za funkcionisanje na nivou za prenos memorije potrebna je aritmetičko-logička jedinica. Sastoji se od n-bitnih ulaza A i B nad kojima se obavljaju aritmetičke ili logičke operacije, CarryIn ulaza koji predstavlja prenosni bit, selektorski s-bitni ulaz kojim određujemo određeni tip operacije koju obavlja ALU, izlazni n-bitni signal koji predstavlja rezultat operacije obavljene nad ulaznim operandima, kao i Carry Out jednobitni signal koji označava prenosni bit [3].

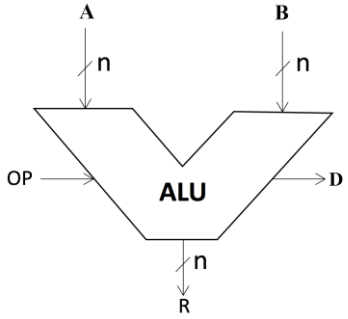
Sposobnost digitalnih kola za obavljanje računskih operacija i obradu podataka zasniva se na obavljanju jednostavnih logičkih operacija. Osnovna logička operacija zasniva se na proveri da li je neka tvrdnja tačna ili netačna. Kombinovanjem jednostavnih može se napraviti složena logička operacija. Tačna tvrdnja se predstavlja brojem '1', a netačna brojem '0'.

II. PRINCIP RADA

Aritmetičko-logička jedinica je višefunkcionalno kombinaciono kolo koje može da obavi bilo koju od više različitih aritmetičkih i logičkih operacija nad parom n-bitnih operanada. Jedna od raspoloživih operacija bira se preko skupa selekcionih ulaza. Tipične aritmetičke operacije, koje se sreću kod većine ALU modula, obično su zasnovane na sabiranju, kao na primer, sabiranje i oduzimanje. Tipične logičke operacije su AND, OR, XOR, komplement [4].

Osnovna šema ALU predstavljena je na slici 1., gde n - bitne ulaze, odnosno operande u ALU označavaju slova A i B. Kontrolni bitovi kojima se bira određena ALU funkcija predstavljeni su sa OP, dok su rezultat i prenos predstavljeni slovima R i D.

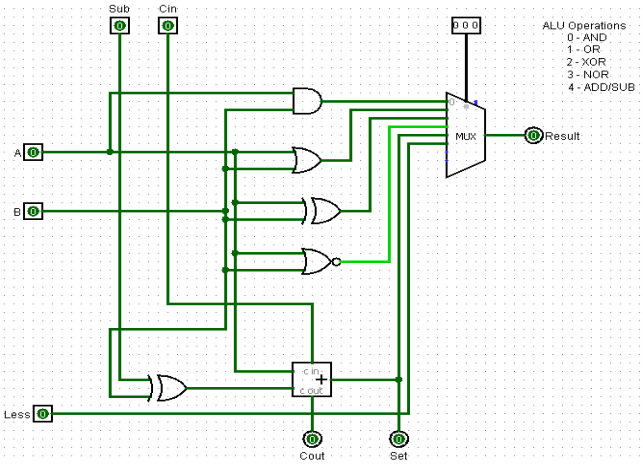
Nikola Miljković je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 13, 1800 Niš, Srbija, E-mail: nikola3991@live.com



Slika 1. Osnovna šema ALU.

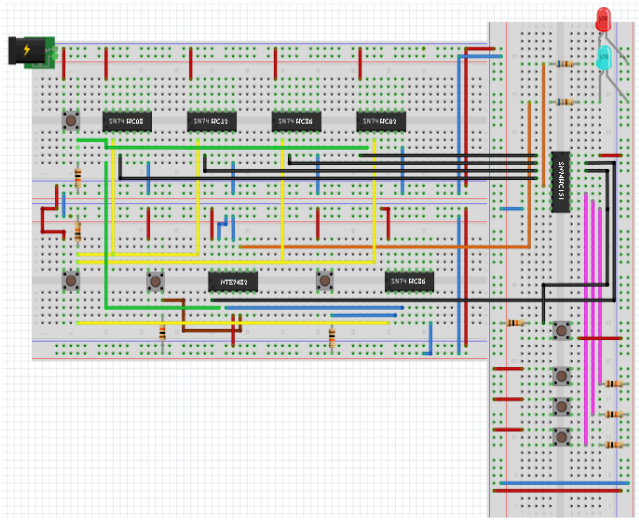
Realizacija ALU u programu Logisim prikazana je na slici 2. Kolo prikazano na slici 2. može da obavi bilo koju od više različitih aritmetičkih i logičkih operacija nad parom operanada, a jedna od raspoloživih operacija bira se preko skupa selekcionih ulaza.

- A i B su jednobitni ulazi
- Ulaz Sub omogućava nam da izaberemo da li želimo da se izvrši sabiranje ili oduzimanje
- Ulaz Cin predstavlja bit prenosa iz prethodnog stepena
- Ulaz Less ima ulogu kod oduzimanja, kada je operand B>A
- Cout predstavlja bit prenosa u naredni stepen
- Result predstavlja sumu.



Slika 2. ALU u programu Logisim.

Na osnovu električne šeme realizovano je kolo na proto ploči u programu Fritzing. Sva kola se napajaju jednosmernim naponom od 5V, a rezultati su snimljeni na osciloskopu. Praktična realizacija na proto ploči može se videti na slici 3.



Slika 3. Realizacija na proto ploči.

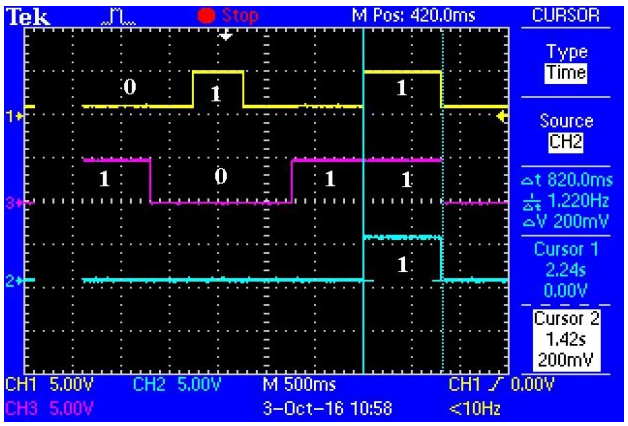
Spisak potrebnih komponenata i instrumenata nalazi se u sledećoj tabeli 1.

TABLE 1
SPISAK KOMPONENATA I OPREME KORIŠĆENIH ZA REALIZACIJU ALU

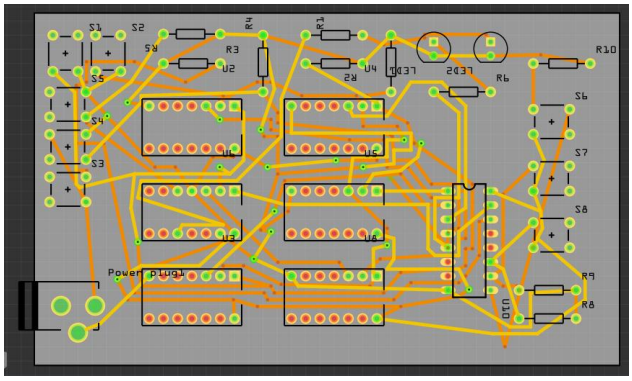
Oznaka	Opis	Komada
GW INSTEK - PSP-2010	Izvor napajanja	1
TEKTRONIX TDS2024B	Osciloskop	1
Taster	-	8
SN74HC08	I kolo	1
SN74HC32	ILI kolo	3
SN74HC86	Isključivo ILI kolo	1
SN74HC02	NILI kolo	1
NTE7482	Potpuni sabirač	1
SN74HC151	Multiplekser	1
LED	Svetleća dioda	2
Otpornici	10kΩ	8
Otpornici	680Ω	2
Proto ploča	-	1

Na slici 4. mogu se videti rezultati simulacije logičkog I kola usnimljenih osciloskopom TEKTRONIX TDS2024B. Žutom bojom predstavljen je ulazni signal A, ljubičastom ulazni signal B, dok je plavom bojom predstavljen izlazni signal. Na slici se može videti da se izlazni signal ne menja kada je pritisnut samo taster A ili taster B. Izlazni signal prelazi u logičko stanje '1' tek nakon što pritisnemo oba tastera i ta oblast je obeležena kursorima.

PCB projekat ALU nalazi se na slici 5. Žute linije predstavljaju linije veze u Top layer-u, dok narandžaste predstavljaju linije veze u Bottom layer-u.



Slika 4. Rezultat simulacije snimljen na osciloskopu.



Slika 5. PCB projekat.

III. ZAKLJUČAK

Postoje dva glavna razloga za projektovanje ALU jedinica u obliku standardnih modula. Prvo, dostupnost univerzalnih aritmetičkih modula omogućava da se isti modul koristi u mnogim različitim primenama, čime se smanjuje broj različitih modula koji se koriste u projektovanju. Drugo, ALU moduli se mogu efikasno koristiti u sistemima, kao što je procesor, kod kojih operacija koju treba obaviti u datom trenutku bira dinamički, od strane upravljačke jedinice procesora.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se profesoru Danijelu Dankoviću na celokupnom angažovanju prilikom realizacije projekta.

LITERATURA

[1] http://www.cburch.com/logisim/
[2] http://fritzing.org/home/
[3] https://bib.irb.hr/datoteka/488665.zavrsni.pdf
[4] http://es.elfak.ni.ac.rs/ams/Materijal/Komponente.pdf

Automatska noćna lampa

Stefan Digić

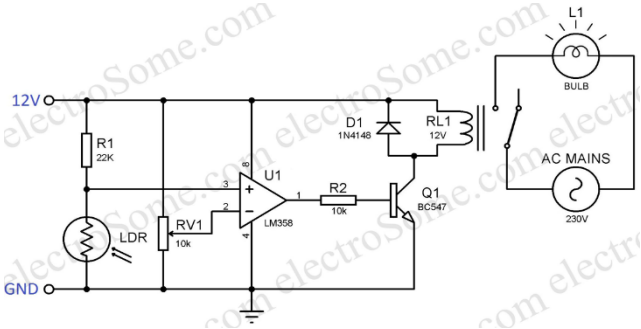
Sadržaj – U ovom radu će, pre svega, biti opisan princip rada automatske noćne lampe. Biće prikazani i realan rad kola u Proteus 8 Professional [1] programu, signali snimljeni osciloskopom, kao i projektovanje štampane pločice u Altium Designer-u [2].

I. UVOD

Automatska noćna lampa predstavlja električno kolo koje reaguje na osvetljenost u nekoj prostoriji i uključuje sijalicu kada u toj prostoriji nema dovoljno svetla, a isto tako je i isključuje kada je prostorija dobro osvetljena.

Automatska noćna lampa je jednostavan uređaj koji možemo primeniti kad god poželimo da nam se svetlo automatski uključuje ili isključuje. To na primer mogu biti noćna svetla ispred zgrade, kuće, poslovnih objekata, mogu biti ulična svetla, noćna svetla u spavaćim sobama, itd. Shodno tome, može se zaključiti da je primena automatske noćne lampe veoma široka.

II. PRINCIP RADA AUTOMATSKE NOĆNE LAMPE



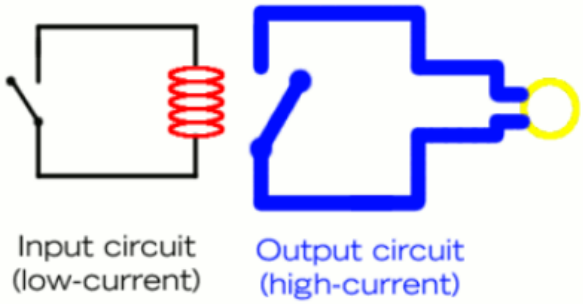
Slika 1. Električna šema automatske noćne lampe [3].

Najvažniju komponentu u kolu predstavlja fotootpornik (LDR na slici 1). Fotootpornik je fotoosetljiva komponenta koja ima malu otpornost u uslovima velike osvetljenosti (nekoliko stotina Ω), dok joj je otpornost značajno velika u uslovima male osvetljenosti (MΩ).

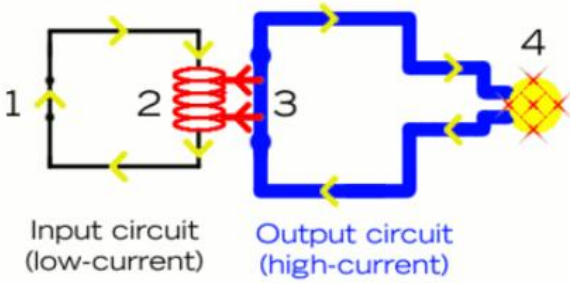
Operacioni pojačavač (U1 na slici 1) predstavlja kolo koje pojačava razliku signala na njegovom neinvertujućem (+ kraj) i invertujućem ulazu (- kraj), i takav, pojačan signal, prosleđuje na izlaz [4]. S obzirom na to da ovo kolo ima pet krajeva, pored ova tri kraja, ostala dva služe za napajanje. Jedna od njegovih osnovih primena jeste da se koristi kao komparator, što je u ovom slučaju i urađeno. Kao što i sam naziv kaže, kada se operacioni pojačavač koristi kao komparator, tada se signali na njegovim ulazima porede, a na izlazu se pojavljuje ili visok ili nizak naponski nivo. Drugim rečima, ukoliko je signal na neivertujućem ulazu operacionog pojačavača veći nego na invertujućem ulazu, na izlazu će se pojaviti visok naponski nivo. Isto tako, ako je signal na invertujućem ulazu veći od onog na neinvertujućem, na izlazu će biti nizak naponski nivo. Ovakva konfiguracija operacionog pojačavača je veoma značajna za funkcionisanje celog kola.

Veoma bitnu ulogu u kolu, takođe, igra i bipolarni tranzistor (Q1 na slici 1). Iako postoje dve osnovne primene bipolarnog tranzistora, kao prekidač i kao pojačavač [5], u ovom kolu je iskorišćena samo jedna – bipolarni tranzistor kao prekidač. Bazno-emitorski spoj tranzistora biće direktno polarisan (Vbe≥0.7V), tj. tranzistor će početi da vodi, kada na izlazu operacionog pojačavača bude dovoljno visok naponski nivo. U suprotnom, ukoliko je napon na njegovom izlazu nije dovoljno visok, bipolarni tranzistor neće biti polarisan, tj. neće voditi.

Pored navedenih komponenata, potrebno je obratiti pažnju i na rele. Rele predstavlja elektromagnetni prekidač koji mogu pokrenuti relativno male struje, a on, sa druge strane, može izdržati i raditi pri znatno velikim strujama [6]. Na slici 2 prikazano je kolo isključenog relea, dok je na slici 3 kolo uključenog relea.



Slika 2. Isključen rele [6].



Slika 3. Uključen rele [6].

Stefan Digić je diplomirani inženjer na modulu EKM, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 13, 18000 Niš, Srbija, E-mail: digicstefan@hotmail.rs

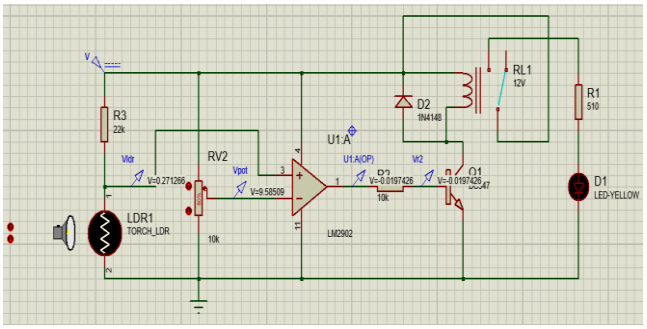
Sa ciljem lakšeg objašnjavanja principa rada relea, podelićemo ga na dva kola – ulazno i izlazno. Prekidač ulaznog kola relea, koji je normalno otvoren, može se zatvoriti nekim senzorskim elementom ili kao u našem slučaju direktnom polarizacijom bipolarnog tranzistora (tranzistor u ulozi prekidača). Kada dođe do zatvaranja prekidača (proticanja struje kroz tranzistor), kroz namotaj protiče struja koja stvara magnetno polje oko namotaja. To magnetno polje privlači metalnu nožicu relea koja zatvara njegovo izlazno kolo, pa tako dobijamo zatvorenu konturu kroz koju protiče električna struja. Rele je praktična komponenta iz još jednog prostog razloga, a to je da može raditi kako sa naizmeničnim, tako i sa jednosmernim naponima, pa se na njegove krajeve može vezati bilo koji svetleći element (obična sijalica za naizmenične napone, LED dioda, itd.)

Fotootpornik sa još jednim otpornikom čini naponski razdelnik povezan na neinvertujući ulaz, dok drugi naponski razdelnik čini potenciometar koji je povezan na invertujući ulaz operacionog pojačavača. Kako je otpornost fotootpornika velika u mraku, napon na neivertujućem ulazu biće tada veći od napona na invertujućem ulazu, što će polarisati bipolarni tranzistor i omogućiti da kroz njega protekne struja, a to će dovesti do aktiviranja relea i zatvaranja njegovog izlaznog kola – sijalica svetli. U suprotnom, u dnevnim uslovima, tj. u uslovim predviđene osvetljenosti, pad napona na fotootporniku biće mali, pa će samim tim i mali naponski signal biti na neinvertujućem ulazu operacionog pojačavača. Naponski signal na invertujućem ulazu biće veći od onog na neivertujućem, na izlazu će biti nizak naponski nivo, nedovoljno veliki da „uključi“ tranzistor, kroz rele neće proticati struja što znači da je rele isključen (izlazno kolo relea otvoreno) – sijalica ne svetli.

III. SIMULACIJA RADA AUTOMATSKE NOĆNE LAMPE U PROTEUS-U

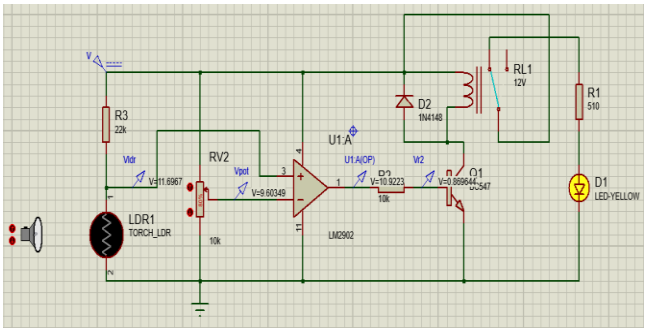
Proteus 8 Professional je program koji radi odličan posao kada želimo da vidimo realan rad pojedinih komponenata, na primer prekidača, relea, LED dioda i slično. Pored velikog broja biblioteka sa pasivnim i aktivnim elementima, oscilatora koji pokazuju signale koje snimaju sonde postavljene u kolu kao i pored mnogih drugih opcija, Proteus ima mogućnost projektovanja i štampane pločice, tako da u ovom programu možemo isprojektovati kolo od električne šeme, preko simulacije i provere da li kolo zaista radi ono za šta je projektovano, pa sve do štampane pločice i pripreme za njenu praktičnu realizaciju.

Već je napomenuto da sijalica svetli tek kada se bazno-emitorski spoj tranzistora direktno polariše, što dalje za sobom povlači proticanje struje kroz tranzistor, a samim tim proticanje struje i kroz namotaj relea, što uključuje rele, tj. LED diodu. Isto tako, pomenuto je da je minimalni napon koji mora da se dovede između baze i emitora da bi protekla struja Vbe≥0.7V. Sa konfiguracijom kola sa slike 4, napon na potenciometru je veći od napona na fotootporniku jer je, kao što je nekoliko puta navedeno, otpornost fotootpornika mala u dnevnim uslovima, pa je i pad napona na njemu mali. Prema tome, napon na invertujućem ulazu operacionog pojačavač biće veći od napona na njegovom neinvertujućem ulazu, što će na izlazu dati nizak naponski nivo, napon uključenja tranzistora neće biti dovonjno veliki, pa ni dioda, odnosno sijalica, neće svetleti.



Slika 4. Automatska noćna lampa u Proteus-u u dnevnim uslovima.

Suprotno ovome, u uslovima nedovoljne osvetljenosti, zbog velike otpornosti fotootpornika biće veliki i pad napona na njemu, veći nego napon na potenciometru, tj. napon na neinvertujućem ulazu biće veći od napona na invertujućem ulazu operacionog pojačavača, tako da će na izlazu biti visok naponski nivo, dovoljan za uključenje tranzistora, koji će uključiti rele tako da će i dioda ili sijalica svetleti. Položaje i stanja komponenata (fotootpornik nedovoljno osvetljen, nožica relea pomerena u odnosu na sliku 4, kao i uključena dioda), zajedno sa vrednostima napona, možemo videti na slici 5.



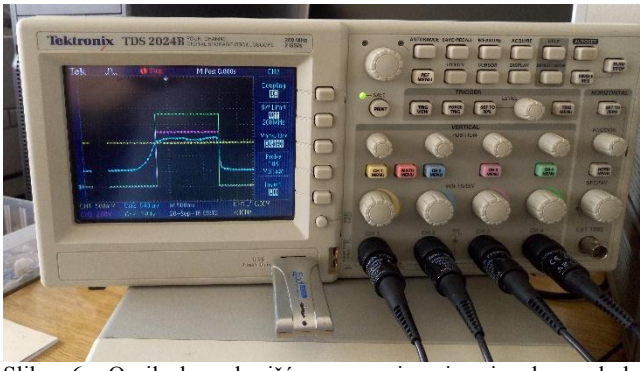
Slika 5. Automatska noćna lampa u Proteus-u u noćnim uslovima.

Proteus 8 Professional se pokazao kao odličan softverksi paket kod projektovanja i simulacije rada automatske noćne lampe. Sa svim mogućnostima i karakteristikama koji ovaj program poseduje, može se, bez problema, koristiti i za projektovanja složenijih digitalni i alanognih sistema.

IV. SIGNALI U KOLU AUTOMATSKE NOĆNE LAMPE PRIKAZANI NA OSILOSKOPU

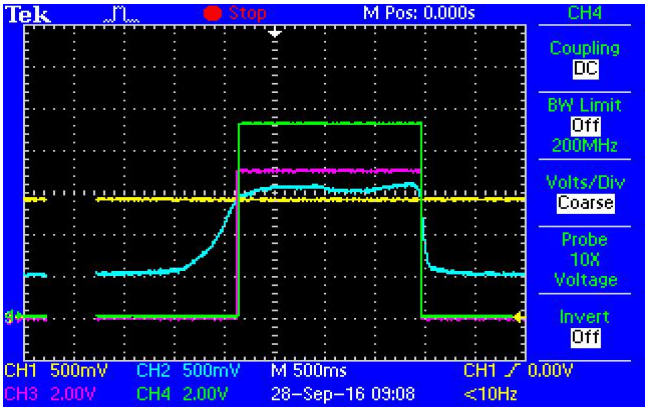
Kada se rade praktične realizacije kola, jedan od najboljih načina za proveru naponskih i strujnih signala, a tako i ispravnosti električnog kola, jeste osciloskop.

Osciloskop je uređaj koji prikazuje naponske i strujne signale, tj. njihove promene u realnom vremenu. U jednom od prethodnih odeljaka je pomenuto da se osciloskopom mogu posmatrati nekoliko signala odjednom što je u inženjerskom svetu i preko potrebno.



Slika 6. Osciloskop korišćen za snimanje signala u kolu automatske noćne lampe [7].

Osciloskop prikazan na slici 6 nudi mogućnost snimanja četiri signala odjednom. Plava, žuta, crvena i zelena sonda prikačene su na četiri različite pozicije u kolu sa ciljem provere ispravnosti kola, tj. njegove ispravne funkcionalnosti. Plavom sondom snimamo napon na fotootporniku; žutom napon na potenciometru; crvenom snimamo napon na izlazu operacionog pojačavača; a zelenom sondom snimamo napon u izlaznom delu kola, tj. napon na diodi.



Slika 7. Naponski signali u kolu automatske noćne lampe prikazani na osciloskopu.

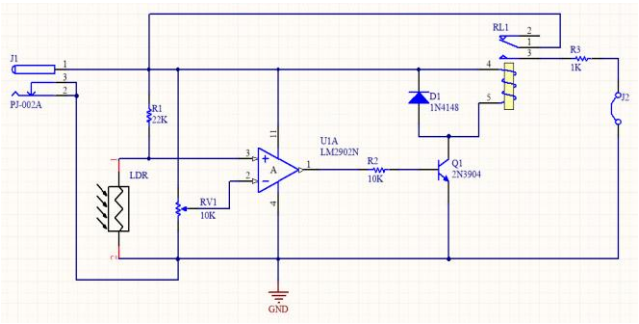
Napon na fotootporniku (plavi signal na slici 7) se menja sa promenom osvetljenosti okruženja u kom se fotootpornik nalazi. Napon na potenciometru (žuti signal na slici 7) je sve vreme konstantan jer je i vrednost otpornosti potenciometra konstantna. U uslovima nedovoljne osvetljenosti, otpornost fotootpornika biće velika, pa će biti veliki i pad napona na njemu, veći nego pad napona na potenciometru, što će dati visok naponski nivo na izlazu operacionog pojačavača (crveni signal na slici 7). Dovoljno visok napon na izlazu operacionog pojačavača, tj. na bazno-emitorskom spoju bipolarnog tranzistora, omogućiće proticanje struje kroz tranzistor, a samim tim i kroz rele tako da će na diodi biti dovoljno visok napon za njeno uključivanje (zeleni signal na slici 7).

Iz ovog primera lako je zaključiti da se pomoću osciloskopa, a poznavanjem električne šeme kola, može izvršiti kompletna analiza i tako pronaći potencijalni problemi.

V. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČICE AUTOMATSKE NOĆNE LAMPE U ALTIUM DESIGNER-U

Altium Desginer je jedan od najpoznatijih softverskih paketa namenjenih za projektovanje štampanih ploča. Veliki broj komponenata i instaliranih biblioteka praktično omogućava projektovanje električnog kola bilo kog nivoa kompleksnosti.

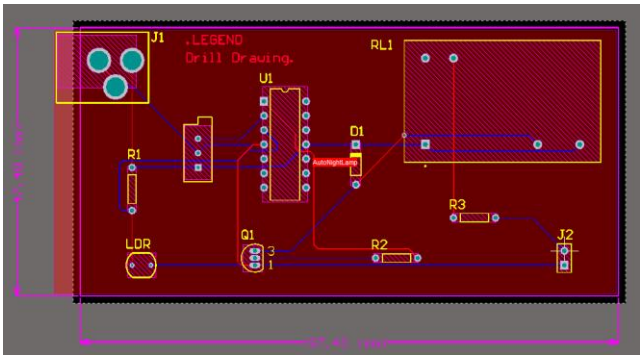
Kada se radi projektovanje nekog sistema u Altium-u, potrebno je da komponente koje koristimo sadrže simbol, otisak i 3D model. Simboli komponenata su nam potrebni zbog električnih šema, otisci zbog organizovanja komponenata na ploči, rasporeda i veličine rupa, itd., a 3D modeli da bi imali uvid u to koliko neka komponenta zauzima mesta na jednoj štampanoj pločici.



Slika 8. Električna šema automatske noćne lampe u Altium-u.

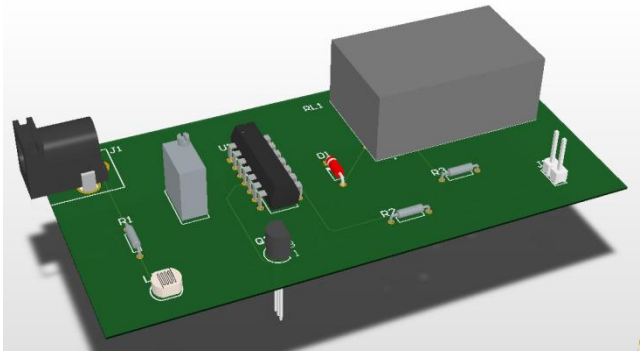
Na slici 8 prikazana je električna šema automatske noćne lampe, realizovana u Altium-u. Problem pri projektovanju u Altium-u se može javiti kada za određenu komponentu nema simbola u predefinisanim bibliotekama. Srećom, taj problem se relativno lako rešava jer postoji mogućnost crtanja simbola komponente i kreiranje njene biblioteke. U konkretnom primeru, simbol za fotootpornik nije postojao tako da je on nacrtan i sačuvan kao posebna biblioteka. Kako nekad ne postoje simboli za određene komponente, tako ne postoje ni njihovi otisci. Obično je praksa da se otisci crtaju kada se crtaju i simboli da bi se otisak odmah pridružio simbolu i od njih napravila nova

biblioteka koja u sebi sadrži simbol sa već dodatim otiskom. Na slici 9 prikazana je pločica sa otiscima komponenata automatske noćne lampe.



Slika 9. Prikaz otisaka komponenata automatske noćne lampe u Altium-u.

Pored simbola i otiska, da bi naša pločica bila kompletna, potrebno je dodati još i 3D model. 3D modeli se obično preuzimaju i relativno lako se pronalaze s obzirom da su uglavnom dostupni na sajtu proizvođača željene komponente. Ukoliko pak imamo problem sa nalaženjem 3D modela, u Altium-u postoji opcija pod nazivom *Extrude* koja nam daje mogućnost kreiranja pravougaonih ili cilindričnih oblika iznad otiska komponente koji predstavljaju 3D model. Ova opcija je u ovom radu iskorišćena kod kreiranja 3D modela relea. Kompletno realizovana pločica u Altium Designer-u prikazana je na slici 10.


Slika 10. 3D prikaz automatske noćne lampe u Altium-u.

VI. ZAKLJUČAK

Kao što je i u uvodnoj sekciji navedeno, primena automatske noćne lampe može biti veoma široka. Pored toga, uz nekoliko promena kolo se vrlo lako može poboljšati, tako da može ispravno raditi i pri čestim promenama niova osvetljenosti u prostoriji u kojoj se kolo nalazi, može se modifikovati tako da daje različite svetlosne intenzitete u zavisnosti od potrebe, itd.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat realizovan je kao završni rad na osnovnim akademskim studijama na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi. Autor se zahvaljuje doc. dr Danijelu Dankoviću na podršci i stručnoj pomoći pri izradi ovog rada.

LITERATURA

[1] „Proteus 8 Professional", dostupno na: https://www.labcenter.com/
[2] „Altium Designer", dostupno na: http://www.altium.com/
[3] „Automatic Night Lamp using LDR", доступно на: https://electrosome.com/automatic-night-lamp/
[4] Prijić Z., „Analogna mikroelektronika"
[5] Prijić A., „Poluprovodničke komponente"
[6] „How do relays work? - Explain that Stuff!", dostupno na: http://www.explainthatstuff.com/howrelayswork.html
[7] „Digital Storage Oscilloscopes: TDS1000B Series • TDS2000B Series > Data Sheets : Tektronix", dostupno na: http://www2.tek.com/cmswpt/psdetails.lotr?ct=PS&cs=psu&ci=13295&lc=ES-MX

Sintetizer frekvencija na bazi PLL petlje

Stanko Stević, Stefan Veljković i Nikola Begović

Sadržaj —U ovom radu projektovan je i realizovan jedan jednostavni sintetizer frekvencija na bazi PLL petlje, koja stabilnu frekvenciju oscilatora na ulazu množi necelobrojnim faktorom. Sintetizer frekvencija kombinuje mogućnosti delitelja i množača frekvencija kako bi generisao frekvenciju koja je jednaka umnošku osnovne frekvencije i razlomljenog faktora *N*/*M*. Faktor *N* je celobrojni faktor množenja, dok *M* predstavlja celobrojni faktor deljenja.

I. UVOD

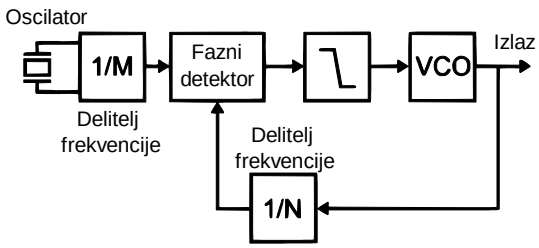
Fazna petlja, ili fazno zaključana petlja, (engl. *phase locked loop* - *PLL*) je elektronski sklop, odnosno deo složenijeg kola u kome se vrši funkcija stabilizacije rada kola. Celo kolo predstavlja kontrolni sistem koji generiše signal koji ima fiksnu vezu sa fazom referentnog signala. Takvo kolo deluje i na frekvenciju i na fazu ulaznog signala, automatski povećavajući, ili smanjujući frekvenciju kontrolnog oscilatora, sve dok se ne uskladi veza između frekvencije i faze. PLL kola su primer kontrolnog sistema koji radi na principu negativne povratne sprege.

U jednostavnim uslovima, fazno zatvorena petlja upoređuje frekvencije dva signala i generiše na osnovu ovog poređenja signal greške, koji je proporcionalan razlici faza ulaznih signala. Novonastali signal se dovodi na ulaz nisko propusnog filtera, a zatim se koristi da kontroliše naponom kontrolisani oscilator (VCO), koji generiše izlaznu frekvenciju. Izlazna frekvencija se preko frekvencijskog delitelja vraća na ulaz tako stvarajući negativnu povratnu spregu. Ako se izlazne frekvencije menjaju, signal greške će se povećavati, pomerajući tako frekvenciju u suprotnom smeru, da bi se smanjila greška. Prema tome, izlaz precizno prati frekvenciju ulaza. Taj ulaz se naziva referentnim, i najčešće potiče od kristalnog oscilatora, koji je frekvencijski veoma stabilan.

Kako analogna, tako i digitalna PLL kola za sintezu frekvencija se sastoje iz sledećih elemenata:

1. Fazni detektor
2. Naponski kontrolisani oscilator, ili VCO
3. Množač frekvencije
4. Niskofrekventni filter
5. Delitelj frekvencije

Stanko Stević, Stefan Veljković i Nikola Begović su studenti prve godine master akademskih studija na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: stankostevic91@gmail.com, velja1991za@gmail.com, begos007@yahoo.com.



Slika 1. Arhitektura PLL kola.

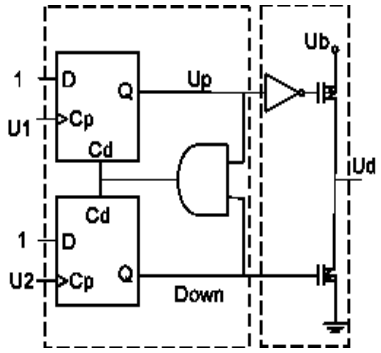
Naponski kontrolisani oscilator, na svom izlazu obezbeđuje signal frekvencije f_{out}. Taj signal je istovremeno i povratni, jer se njegova faza poredi u faznom detektoru sa fazom referentnog signala f_{ref}, da bi se odredila fazna greška. Strujna pumpa i niskofrekventni filter integrali izlaz faznog detektora i na taj način je dobijen kontrolni napon (V_{ctrl}), koji upravlja radom naponski kontrolisanog oscilatora. Kada je PLL u stabilnom stanju, negativna reakcija u povratnoj petlji deluje tako da će doći do potpunog slaganja po frekvenciji i po fazi između izlaznog f_{out} i referentnog f_{ref} signala.

Fazno zatvorena petlja se koristi u radio, telekomunikacionim i računarskim sistemima, kao i u mnogobrojnim ostalim elektronskim primenama. PLL se , između ostalog, primjenjuje kod:

1. Uskopojasnog samopodesivog filtriranja signala – uklanjanje šuma ili džitera.
2. Sintetizovanja učestanosti
3. FM i ΦM modulatora i demodulatora sa kvarcno stabilnom osnovom (FSK, BPSK, QPSK)
4. Regeneracije takta i podataka u serijskoj komunikaciji
5. Sinhronih AM i QAM demodulatora
6. Tondekodera, DTMF dekodera
7. Upravljanja brzinom motora

Oscilator generiše periodični izlazni signal. U početku, pretpostavljajući to, oscilator je gotovo na istoj frekvenciji kao referentni signal. Zatim, ako faza oscilatora zaostaje za referentnom, fazni detektor menja napon oscilatora, povećavajući je tako. Isto tako, ako faza prednjači pred referentnom, fazni detektor smanjuje kontrolni napon tako da uspori oscilator. Niskopropusni filter smanjuje nagle promene u kontrolnom naponu. U praksi, frekvencija oscilatora se može razlikovati od referentne frekvencije, i fazni detektor može odgovarati na frekvencijske razlike sve dok se ne pređe dozvoljena granica. Tako fazni detektor ima 3 moguća režima rada: detekcija frekvencije, detekcija faze i fazno praćenje. Glavni izvor šuma je u faznom detektoru, tako da ako uvećavamo faktor *N*, uvećavamo i šum *N* puta. Na slici 2 je

prikazana blok šema jednog od mogućih tipova fazno-frekvencijskog detektora.



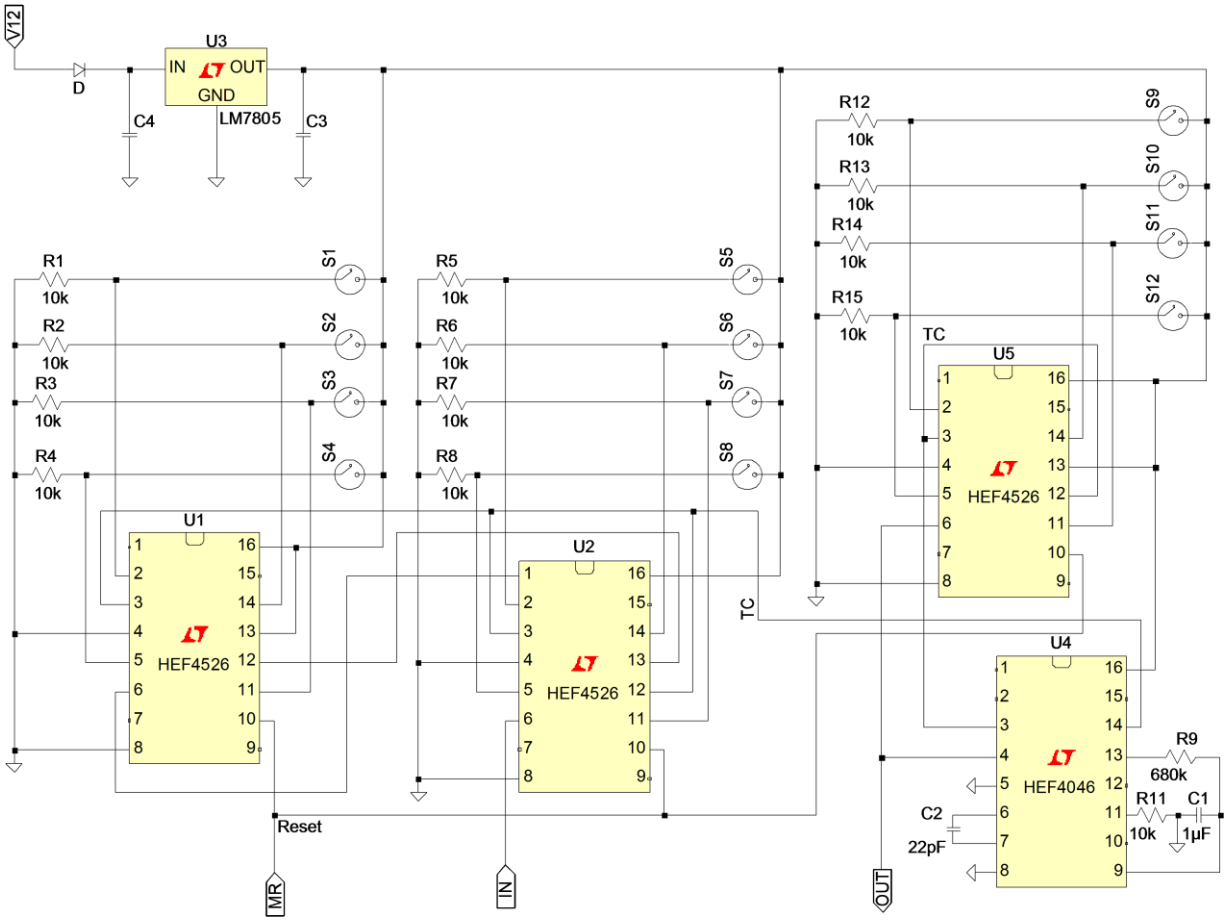
Slika 2. Fazno-frekvencijski detektor

II. PRINCIP RADA

U ovom radu je prikazano jedno rešenje sintetizatora frekvencije, na bazi fazno zatvorene petlje, koji omogućava množenje ulazne frekvencije racionalnim brojem koji sami biramo pomoću programabilnih delitelja frekvencije. Osnovni zadatak u ovom radu obuhvata praktičnu realizaciju modula koji je prikazan na slici 1. Da bismo realizovali sintetizer frekvencija, najpre je bilo potrebno da konstruišemo šemu projekta koja je prikazana na slici 3. Šema je izrađena u programu LT Spice i realizovana je pomoću integrisanih kola, jenog tastera za reset, otpornika i kondenzatora potrebnih karakteristika i programabilnih delitelja frekvencije.

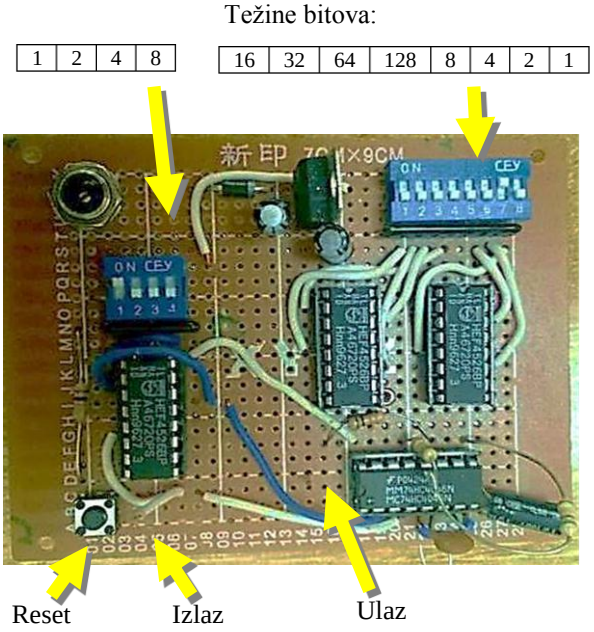
Rešenje sadrži integrisano kolo CD74HC4046 koje u sebi ima komparatore faze i naponski kontrolisani oscilator, diskretni blok za filtriranje – koji dozvoljava različite filtre propusnike niskih frekvencija čija se granična frekvencija može menjati, programabilne delitelje učestanosti HEF4526 – koji omogućavaju ostvarivanje operacije množenja učestanosti sa činiocem koji predstavlja racionalni broj. Njihovim povezivanjem, na odgovarajući način, mogu se ostvariti različiti sistemi sa fazno zatvorenom petljom.

Odlučili smo da na ulazu kola imamo programabilni delitelj frekvencija sa 8 bitova, tako da maksimalni faktor deljenja može biti $N = 255$, u skladu sa oznakama na slici 1. Osmobitni delitelj smo realizovali kao rednu vezu dva četvorobitna delitelja HEF4526, koji su na slici 3 označeni kao U2 i U1. Prekidačima S1-S8 se bira odnos deljenja ovog delitelja. Kod drugog delitelja frekvencije smo se odlučili za manji opseg, tako da je on četvorobitni, označen kao U5 na slici 3. Prekidačima S9-S12 možemo birati njegov odnos deljenja. Odlučili smo da ovaj delitelj nema preveliki opseg deljenja, jer je u suštini njegova uloga množenje frekvencije, tako da smo hteli da na neki način



Slika 3. Šema prototipa nacrtana u LTSpice-u

ograničimo maksimalne frekvencije koje se mogu pojaviti u kolu. Prema tome, maksimalni faktor množenja je $M = 15$.



Slika 4. Izgled realizovanog kola

Na slici 4. je prikazan izgled realizovanog prototipa na raster ploči, sa označenim karakterističnim elementima. Na izlazu PLL petlje dobijamo frekvenciju koju sami možemo da izaberemo množenjem i deljenjem frekvencije koju dovodimo na ulazu. Izlaz smo povezali na osciloskop (slika 5) preko koga iščitavamo frekvencije na ulazu i na izlazu našeg kola.

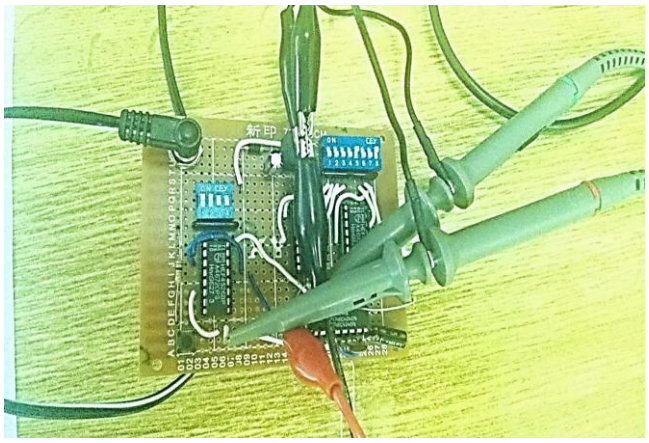
Napajanje kola realizovano je odgovarajućim stabilizatorom napona LM7805 kako bi kolo moglo da se napaja preko standardnog ispravljača koji daje napon od 12V.

III. TESTIRANJE PROTOTIPA

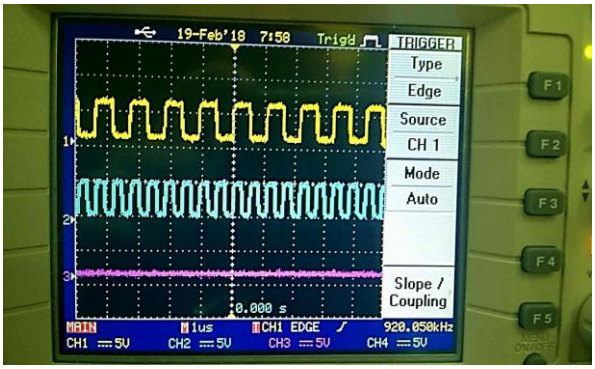
Prototip smo testirali na dovođenjem ulaznog signala iz generatora funkcija. Nakon nekoliko uočenih grešaka u procesu lemljenja i njihovog ispravljanja, uspeli smo da postignemo da sintetizer frekvencije množi, odnosno deli frekvenciju kao što je i planirano u pripremi projekta. Tačnije, izlazna frekvencija množi se umnoškom N/M (gde je N celobrojni faktor množenja, a M celobrojni faktor deljenja). Rezultati koje smo dobili bili su zadovoljavajući, i konstantovali smo da je projekat uspešno odrađen. Na slici 6 su prikazani talasni oblici ulaznog i izlaznog signala kada je faktor množenja jednak 2, tako da je izlazna frekvencija tačno dvostruko veća od ulazne. U opštem slučaju nije moguće uspostaviti međusobnu sinhronizaciju ulaznog i izlaznog signala sa zadatom vremenskom bazom, tako da slika na osciloskopu nije uvek merodavna.

Prilikom testiranja smo uočili da je povezivanje prekidača u osmobitnom delitelju delimično permutovano, ali smo i procenili da to nema veći značaj za testiranje prototipa, tako da nismo menjali raspored. Težine bitova delitelja su označene na slici 4.

Na izlaz kola smo vezali digitalni brojač/merač frekvencije, tako da smo mogli da sa velikom preciznošću ustanovimo izlaznu frekvenciju. Za ulazni signal frekvencije 400 kHz, koju smo pomnožili necelobrojnim faktorom dobili smo izlaznu frekvenciju 533.3 kHz. Kada smo ovu istu frekvenciju pomnožili sa drugim necelobrojnim faktorom dobili smo tačno 133.3 kHz, što je potpuno u skladu sa očekivanjima. Menjanjem ulazne frekvencije iz generatora funkcija utvrdili smo da je minimalna frekvencija na kojoj prototip ispravno funkcioniše oko 250 Hz, a maksimalna 1.84 MHz.



Slika 5. Izgled realizovanog sintetizera frekvencija sa prikačenim sondama osciloskopa u toku testiranja.

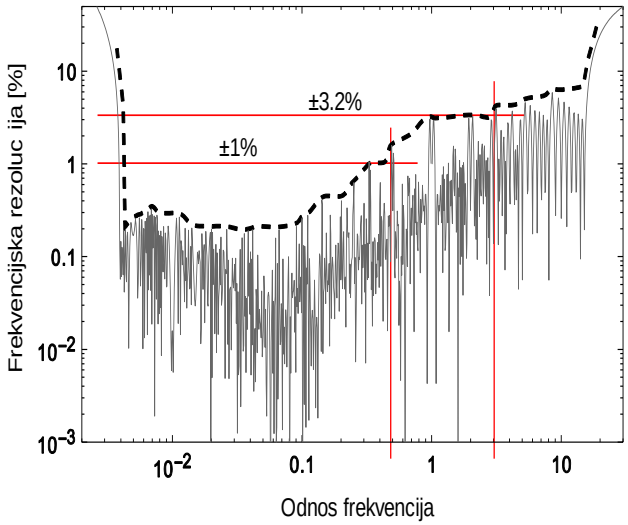


Slika 6. Prikaz ulaznog i izlaznog signala na osciloskopu.

Množenjem i deljenjem u okviru programabilnih delitelja dobijamo izlaznu frekvenciju koju sami podešavam. Međutim, na ovaj način ne možemo obuhvatiti baš sve brojeve, što znači da postoji konačni skup diskretnih frekvencija koje možemo generisati. Ovakvi sintetizeri frekvencija se obično koriste za višekanalne telekomunikacione sisteme kod kojih je međusobno rastojanje između kanala jednako koraku koji se može postići promenom broja N. Tada je uglavnom broj M fiksno

podešen u zavisnosti od ulazne frekvencije. U svakom slučaju, ovakvi sintetizeri frekvencija se koriste za znatno veće frekvencije od ulazne, tako da su za njih potrebni naponom kontrolisani oscilatori i delitelji frekvencija koji podržavaju visoke frekvencije.

U našem prototipu su frekvencije ograničene na opseg ispod ~10 MHz, koliko podržavaju korišćena integrisana kola. U slučaju kada želimo da generišemo unapred određenu frekvenciju, kao što smo pomenuli, to će biti moguće jedino za ograničeni skup frekvencija. Izvan tog skupa je moguće podesiti najbližu moguću frekvenciju, što zahteva da pronađemo faktor N/M koji daje najbližu vrednost izlazne frekvencije. Da bismo odredili koliko je blizu moguće približiti se zadatoj frekvenciji, odredili smo skup svih mogućih odnosa koji se mogu realizovati sa $1 \le N \le 15$ i $1 \le M \le 255$. Najveća greška se javlja kada je potrebno generisati frekvenciju koja je tačno na sredini između dve susedne vrednosti koje se mogu generisati. Ova greška frekvencije, normalizovana traženom frekvencijom je prikazana na slici 6.



Slika 6. Relativna greška prilikom generisanja proizvoljne frekvencije.

Sa slike 6 se vidi da je moguće približiti se bilo kojoj zahtevanoj frekvenciji u opsegu $0.004 \div 0.5$ ulazne frekvencije, sa preciznošću ±1%. Ako je dozvoljena veća tolerancija, proizvoljna frekvencija se može generisati sa preciznošću ±3,2% u opsegu $(0.004 \div 3) \times f_{ref}$.

IV. ZAKLJUČAK

Zadatak projekta bio je da se realizuje sintetizer frekvencija na bazi PLL petlje, koja stabilnu frekvenciju na ulazu množi necelobrojnim faktorom. Izvršena je analiza zadatka i obavljeno je projektovanje prototipa u LTSpice-u. Prototip je zatim praktično realizovan korišćenjem raster ploče i integrisanih kola, a njegovo funkcionisanje je potvrđeno konkretnim merenjima uz pomoć osciloskopa i brojača, odnosno uređaja za merenje frekvencije.

Ovaj sintetizer frekvencije na bazi PLL petlje u potpunosti je realizovan, kao što je traženo u projektnom zadatku. Međutum, po njegovom završetku došli smo do zaključka da se on može dodatno unaprediti, olakšati za upotrebu i automatizovati. To sve može se upotrebnom mikrokontrolerom, gde bismo proizvoljno, bez pomeranja prekidača, na programabilnim deliteljima frekvencije mogli da biramo frekvenciju koju želimo da dobijemo na izlazu. Projekat je uspešno realizovan uz pomoć profesora, bez koga bi ovo bilo teško izvodljivo.

LITERATURA

[1] G. Lukatela, *Statistička teorija telekomunikacija i teorija informacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 1981.

[2] G. Lukatela, D. Drajić, G. Petrović, R. Petrović, *Digitalne telekomunikacije I*, Građevinska knjiga, 1984.

[3] Curtis Barrett, "Fractional/Integer-N PLL Basics", Texas Instruments, Technical Brief SWRA029, 1999

[4] B. Razavi, "Challenges in the design of frequency synthesizers for wireless applications", Custom Integrated Circuits Conference, 1997., Proceedings of the IEEE, May 1997.

[5] Wikipedija, članak „Fazno zatvorena petlja“, dostupno putem interneta na: https://sr.wikipedia.org/sr/Fazno_zatvorena_petlja

[6] Ronald E.Best, *Phase Locked Loops: Theory, Design, and Applications*, McGraw-Hill Book Company, 1987

[7] David K. Morgan, "CD4046B Phase-Locked Loop: A Versatile Building Block for Micropower Digital and Analog Applications", Texas Instruments, Application Report SCHA002A, 2003, http://www.ti.com/lit/an/scha002a/scha002a.pdf

[8] NXP Semiconductors, "HEF4526B - Programmable 4-bit binary down counter", kataloški podaci, 2011, onlajn: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/HEF4526B.pdf



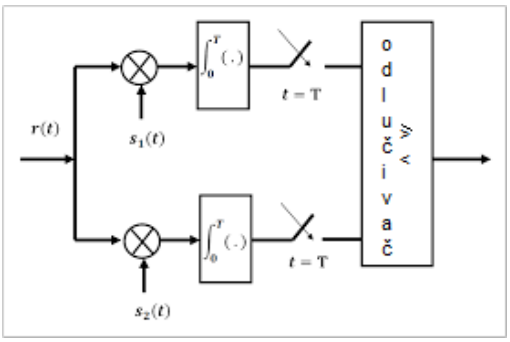
Realizacija optimalnog korelacionog prijemnika za pravougaone impulse u osnovnom opsegu

Nikola Popović, Miljan Milić, Aleksandar Minić

Sadržaj – U ovom radu prikazano je projektovanje i realizacija optimalnog korelacionog prijemnika za pravougaone impulse. Takođe je prikazana realizacija i projektovanje raznih komponenti i sekvencijalnih kola koji čine pojedine delove sistema.

I UVOD

Zadatak ovog projekta je realizacija optimalnog korelacionog prijemnika za pravougaone impulse. Pored korelacionog, optimalni prijemnik može u opšem slučaju biti i prijemnik sa prilagođenim filtrom. Optimalni korelacioni prijemnik se zasniva na pretpostavci da se dva signala prenose kroz telekomunikacioni kanal. Ovi signali u određenom intervalu (0, *T*) stižu do prijemnika. Neka je signal na ulazu označen kao *r*(*t*). On prolazi kroz dve grane. Na taj način se dobijaju dva prethodno pomenuta signala $r(t)s_1(t)$ i $r(t)s_2(t)$. Ovi signali su sastavljeni od korisnog signala i aditivnog Gausovog šuma nulte srednje vrednosti i varijanse σ^2. Oni prolaze kroz integrator, i zatim dolaze na odlučivač. Zadatak ovog prijemnika je da odabere jedan od ova dva signala i da se sa što manjim rizikom odluči koji je od ta dva signala zaista poslat. Na slici 1 prikazana je uproščena šema optimalnog korelacionog prijemnika:



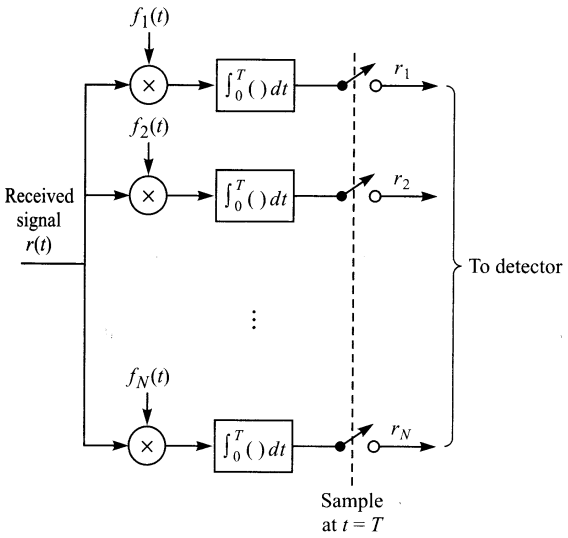
Slika 1. Uproščena šema optimalnog korelacionog prijemnika.

Dva korelatora čine osnovni deo ovog prijemnika, zbog čega se i naziva korelacionim prijemnikom.

Miljan Milić, Nikola Popović i Aleksandar Minić su studenti četvrte godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: miljan993@hotmail.com, nikolap85@gmail.com, aleksandarminic13@hotmail.com

II TEORIJSKA OSNOVA

Pretpostavimo minimalnu ortonormiranu bazu od *N* osnovnih funkcija $\{f_n(t), n=1,2,...,N\}$ koja se koristi za predstavljanje skupa korisnih signala $s_i(t)$, i=1,2, ..., M. Prijemni signal prolazi kroz paralelnu banku filtera i *N* korelatora, pri čemu dolazi projekciju *r*(*t*) na $\{f_n(t), n=1,2,...,N\}$.



Slika 2. Opšti oblik korelacionog prijemnika.

U integratoru se vrši sledeća operacija integraljenja

$$\int_0^T r(t) f_k(t) dt = \int_0^T \left(s_m(t) + n(t)\right) f_k(t) dt \,. \tag{1}$$

Signali r_k u svakoj od grana u trenutku t=T, posle zatvaranja prekidača, imaju sledeći oblik

$$r_k = s_{mk} + n_k,\ k = 1,2,\ldots,N \tag{2}$$

gde su odmerci s_{mk} i n_k određeni kao

$$\begin{aligned} s_{mk} &= \int_0^T s_m(t) f_k(t) dt \\ n_k &= \int_0^T n(t) f_k(t) dt \end{aligned} \,. \tag{3}$$

Primetimo da $s_{mk}, \quad k = 1,2,...,N$ predstavlja determinističku komponentu vektora $\mathbf{s}_m$, a n_k je slučajna promenljiva.

Prijemni signal se nalazi u interval $0 \le t \le T$ i može biti izražen pomoću

$$r(t) = \sum_{k=1}^{N} s_{mk} f_k(t) + \sum_{k=1}^{N} n_k f_k(t) + n'(t) = \sum_{k=1}^{N} r_k f_k(t) + n'(t) \quad (3)$$

Izraz $n'(t)$ je definisan ispod nulte srednje vrednosti Gausovog procesa i može se zanemariti u procesu odlučivanja koji će signal biti detektovan. Zbog toga odluka treba biti zasnovana na izlaznim signalima iz korelatora sa komponentama šuma $r_k = s_{mk} + n_k, \quad k = 1,2,...,N$.

$$n'(t) = n(t) - \sum_{k=1}^{N} n_k f_k(t) \quad (4)$$

gde n_k za svako n

$$E[n_k] = \int_0^T E[n_k] f_k(t) dt = 0 \quad (5)$$

Njihova varijansa je

$$\begin{aligned} E[n_k n_m] &= \int_0^T \int_0^T E[n(t)n(\tau)] f_k(t) f_m(\tau) dt d\tau \\ &= \frac{1}{2} N_0 \int_0^T \int_0^T \delta(t-\tau) f_k(t) f_m(\tau) dt d\tau \\ &= \frac{1}{2} N_0 \int_0^T f_k(t) f_m(\tau) dt d\tau = \frac{1}{2} N_0 \delta_{nk} \end{aligned} \quad , \quad (6)$$

gde je $\delta_{mk} = \begin{cases} 1 & m = k \\ 0 & m \ne k \end{cases}$.

Dakle, *N*-ta komponenta šuma $\{n_k\}$ je nekorelisana nulta srednja vrednost Gausove slučajne promenljive sa zajedničkom varijansom $\sigma_n^2 = \frac{1}{2} N_0$.

Srednja vrednost signala r_k ima sledeći oblik

$$E[r_k] = E[s_{mk} + n_k] = s_{mk} \quad (7)$$

dok je varijansa

$$\sigma_r^2 = \sigma_n^2 = \frac{1}{2} N_0 \quad (8)$$

III PRINCIP RADA I ZAHTEVANE KARAKTERISTIKE

U našem slučaju, potrebno je izvršiti realizaciju optimalnog korelacionog prijemnika, ali za binarne pravougaone impulse. To znači da na ulazu imamo samo dva stanja signala, jedinicu i nulu. Korelacioni prijemnik se u ovom slučaju svodi na samo jednu granu, jer je funkcija $f_0(t)$ jednaka nuli, tako da druga grana nije neophodna.

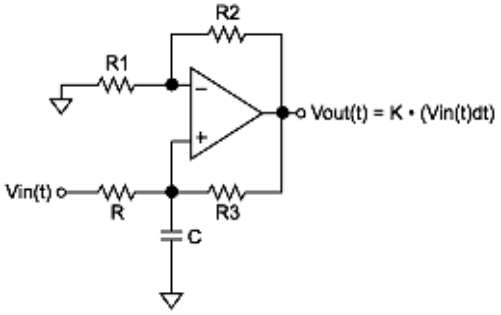
Prolaskom signala jedinice kroz korelator, koji u ovom slučaju predstavlja samo integrator, daje na izlazu signal odgovarajuće srednje vrednosti i varijanse šuma. Kada se prenosi signal nule, srednja vrednost signala je upravo nula, tako da postoji značajna razlika u odnosu na jedinicu. Poređenjem vrednosti signala na izlazu korelatora sa odgovarajućim pragom, koji je u optimalnom slučaju na polovini srednje vrednosti signala jedinice, dobija se odluka o tome da li je primeljni signal jedinica ili nula.

U slučaju signala sa šumom, u toku prolaska kroz optimalni korelacioni prijeknik, šum se potiskuje tako da se znatno povećava odnos signal/šum (SNR) na izlazu.

Prijemnik, zbog jednostavnosti ne implementira ekstrakciju takta iz dolaznog signala, već se sinhronizacija izvodi dovođenjem eksternog signala takta. U svakom slučaju, ekstraktor se može kasnije dodati, tako da prijemnik može da funkcioniše nezavisno.

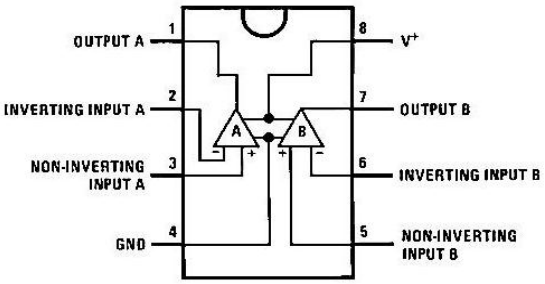
IV KARAKTERISTIKE IZABRANIH KOMPONENTI

Što se tiče integratora, odlučili smo se da on bude neinvertujući, da bi nam što više olakšao dalji rad i izbacio korišćenje dodatnog invertora. Šema integratora prikazana je na slici 3.



Slika 3. Šema neinvertujućeg integratora.

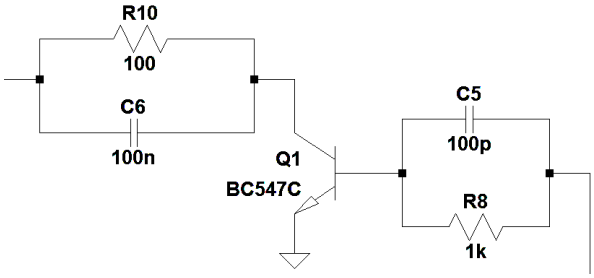
Za izradu našeg prototipa koristili smo integrisano kolo LM358P, čije su karakteristike i niska cena zadovoljile zahteve projekta. Pomenuta komponenta se sastoji od dva operaciona pojačavača. Prvi operacioni pojačavač se nalazi kao bafer odmah nakon ulaznog signala V_{in}, a drugi će nam poslužiti za realizaciju integratora. Funcionalni dijagram LM358P integrisanog kola je prikazan na slici 4.



Slika 4. Funkcionalni dijagram LM358P integrisanog kola sa dva operaciona pojačavača.

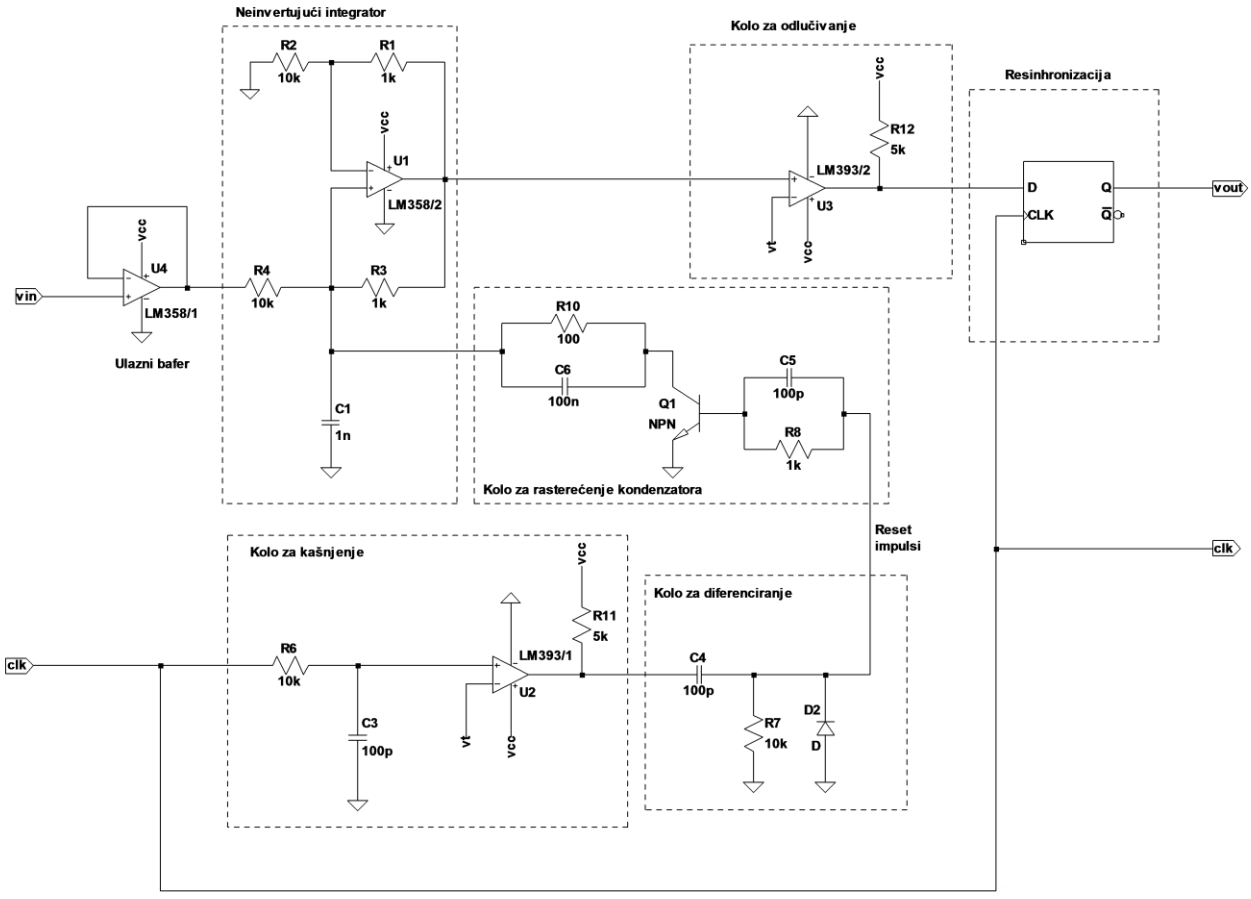
Da bismo ispraznili kondenzator koji je sastavni deo integratora, na njega smo vezali tzv. kolo za rasterećivanje kondenzatora. Ovo kolo se sastoji od bipolarnog NPN tranzistora, gde smo na kolektor i bazu vezali paralelnu vezu kondenzatora i otpornika. Izgled kola za rasterećivanje je prikazano na slici 5. Kada na bazu dovedemo kratak impuls, struja kolektora će vrlo brzo isprazniti kondenzator do niskog napona V_{CE0}, jer će tranzistor biti u zasićenju.

Za realizaciju ovog projekta nam je bio potreban i komparator koji poredi vrednost signala na izlazu korelatora sa unapred zadatim pragom. Ovaj problem smo rešili pomoću integrisanog kola LM393N, koje se sastoji od dva međusobno nezavisna komparatora. Nakon poređenja sa pragom i odlučivanja o poslatom bitu, potrebno je isprazniti kondenzator da bi bio u stanju da prihvati naredni bit. Naravno, potrebno je da postoji minimalno kašnjenje između ove dve operacije, kako se ne bi desilo da se poređenje vrši tokom pražnjenja. Jedan od komparatora u integrisanom kolu nam je poslužio za realizaciju jednostavnog kola za kašnjenje, a drugi za realizaciju kola za odlučivanje. Funkcionalni dijagram LM393N integrisanog kola identičan je onome prikazanom na slici 4, s tom razlikom što su sada u pitanju komparatori, a ne operacioni pojačavači.



Slika 5 . Kolo za rasterećivanje kondanzatora.

Za napajanje kola nam je bio potreban stabilizator napona za 5V, kako bi kolo moglo da se napaja uz pomoć jeftinog ispravljača koji daje napon od 12V.



Slika 6. Konačna šema napravljena u programu LT Spice.

Za izradu našeg prototipa koristili smo i integrisano kolo HEF40174B. Pomenuta komponenta se sastoji od šest D flip flopova. Nama je bio potreban samo jedan, tako da smo ulaze od ostalih pet spojili na masu. Pomenuti D flip flop nam služi za resinhronizaciju signala na izlazu prijemnika. Integrisano kolo ima pin za digitalni takt i jedan pin za asinhroni master reset. Napajanje se dovodi na pin označen sa Vdd i može biti u opsegu od 3V do 15 V, a pin Vss mora biti uzemljen.

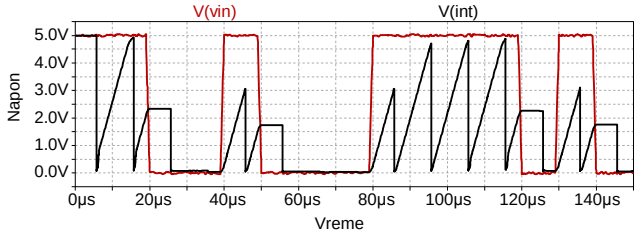
Pored navedenih komponenti, potrebno je bilo realizovati i kolo za diferenciranje. Kolo za diferenciranje se sastoji od kondenzatora veličine 100pF i otpornika od 10 kΩ, kao i diode koja nam služi za odsecanje negativnog dela signala.

V PRAKTIČNA REALIZACIJA I TESTIRANJE PROTOTIPA

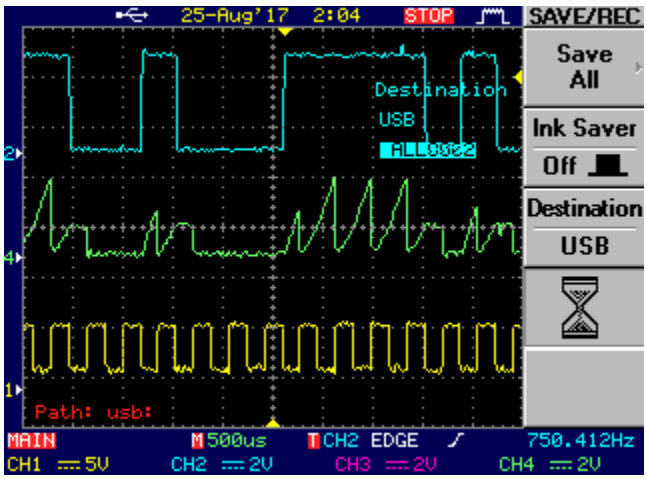
Započeli smo realizaciju ovog projekta prikupljanjem literature i upoznavanjem sa zahtevima. Nakon toga krenuli smo sa osmišljavanjem kola koje je trebalo projektovati po zadatom zahtevu. Kada smo završili i osmislili kolo u grubim crtama, krenuli smo sa njegovom realizacijom u programskom paketu LT-Spice, a nakon toga i sa simulacijom. U toku rada imali smo nacrtanih veći broj šema, kao i simulacija njihovih karakteristika tako da smo dobili i okviran izgled konačnog kola.

Za realizaciju našeg projekta smo iskoristili raster-ploču veličine 7×9cm. Pored postojećih rupica sa rasterom 2.54 mm, bilo je potrebno i dodatno proširiti neke od njih jer su pinovi DC konektora to zahtevali. Prateći šemu iz LT SPICE-a započeli smo lemljenje i povezivanje predhodno navedenih komponenti.

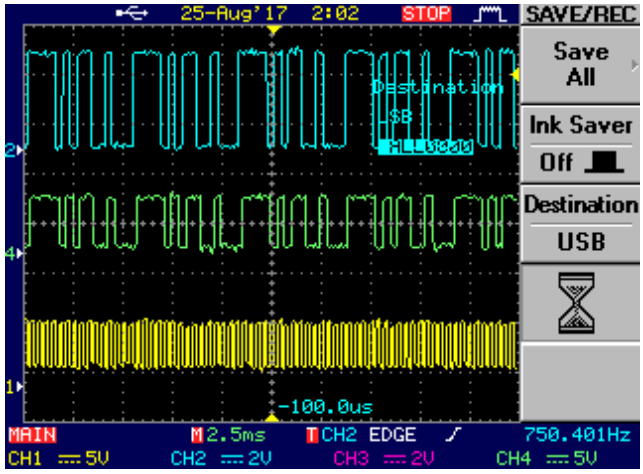
Funkcionisanje prototipa je provereno vezivanjem generatora pseudoslučajnog niza pravougaonih impulsa na ulaz kola, kao i dovođenjem odgovarajućeg signala takta. Sonde osciloskopa smo vezali na izlaz integratora, kola za diferenciranje i krajnjeg izlaza optimalnog prijemnika. Dobijene rezultate smo upoređivali sa rezultatima simulacije u LT Spice-u (slika 7), i tako proverili funkcionalnost prototipa. Dobijeni rezultati su prikazani na slici 8.



Slika 7. Rezultati simulacije koji prikazuju ulazni signal i signal na izlazu integratora.



Slika 8. Ulazni test-signal, izlaz iz integratora i signal takta tokom testiranja prototipa, prikazani na osciloskopu.



Slika 9. Ulazni signal i izlaz korelacionog prijemnika prikazani na osciloskopu.

Sa slike 11 vidimo da na izlazu kola dobijamo identični signal koji smo poslali na ulazu kola. Naravno, uloga prijemnika je izdvajanje signala kada postoji velika količina šuma, ali detaljno ispitivanje ovog prijemnika u uslovima postojanja šuma još uvek nismo sproveli.

VI ZAKLJUČAK

Upoređivanjem prikaza dobijenih rezultata osciloskopom sa simulacijom iz LT Spice-a i predhodno proučenom teorijom o optimalnom korelacionom prijemniku, zaključili smo da je realizacija projekta uspešno završena. Potrebno je detaljnije ispitati performanse prijemnika i uporediti verovatnoću greške sa teorijskim rezultatima, što bi bio predlog budućeg istraživanja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optimalni linearni sistemi, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je na 8. semestru osnovnih akademskih studija. Hardverska i softverska realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] G. Lukatela, *Statistička teorija telekomunikacija i teorija informacija*, Građevinska knjiga, Beograd, 1981.

[2] J. Proakis, *Digital Communications*, McGraw-Hill Education; 5th edition, 2007

[3] N. Vukić, S. Marković, S. Veljković, I. Danilov, „Realizacija prijemnika sa prilagođenim filterom za pravougaone impulse u osnovnom opsegu“, pp. 145-149, IEEESTEC – 7 th Student Projects Conference Niš, 2014.

[4] Maxim integrated, „Consider the 'Deboo' Single-Supply Integrator“, Application note 1155, 2002, dostupno onlajn: http://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN1155.pdf

[5] Texas Instruments, "A Comprehensive Study of the Howland Current Pump", Application Report AN-1515, 2013, dostupno: http://www.ti.com/lit/an/snoa474a/snoa474a.pdf

[6] Texas Instruments, "LMx58-N Low-Power, Dual-Operational Amplifiers", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf

[7] Texas Instruments, "LMx93-N, LM2903-N Low-Power, Low-Offset Voltage, Dual Comparators", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf

[8] Philips Semiconductors, "HEF40174B, Hex D-type flip-flop", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/hef40174b.pdf

[9] Texas Instruments, „LM340, LM340A and LM7805 Family Wide V IN 1.5-A Fixed Voltage Regulators“, kataloški podaci: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm7805.pdf



Slika 10. Slika iz laboratorije.

Princip realizacije igre Lucky Numbers korišćenjem digitalnih elektronskih kola

Nikola Mitrović

Sadržaj – U ovom radu predstavljena je igra Lucky Numbers korišćenjem modernih digitalnih kola. U prvom delu rada opisan je princip funkcionisanja same igre, a u nastavku su date karakteristike komponenata iskorišćene za realizaciju.

I. UVOD

Nadmetanje dva pojedinca, ili dva tima u nekoj vrsti igre, bilo da je u pitanju sportska, misaona ili igra na sreću potiče još od davnina. I od tada, zajedno sa napretkom tehnologije, čovek se trudio da princip popularnih igara unapredi, i sa funkcionalne i sa praktične strane. Iako su vremenom nastali mnogi inovativni pristupi modernoj profesiji razvijanja igara, većina njih i dalje počiva na osnovnim predmetima kao što su kocke, žetoni i slično. Poznavanje osnova elektronike, pogotovo modernih digitalnih elektronskih kola zajedno sa optoelektronskim komponentama, danas, nudi opciju da većina tih zamišljenih opcija dobije i svoju praktičnu realizaciju, sa značajno povećanim opsegom mogućnosti. Neke od osnovnih funkcionalnosti biće date u nastavku rada, gde će biti istaknut proces generisanja nasumičnog broja, proces inkrementiranja bodova, kao i proces prikazivanja rezultata.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA

Princip funkcionisanja igre „Lucky numbers„ zapravo je vrlo prost. Igra je u osnovi zamišljena za dva igrača, mada se broj igrača generalno može povećati. Zarad jednostavnosti, princip rada će biti objašnjen za dva igrača. Svaki igrač bira jednu stranu, plavu ili zelenu. Pred igračima se nalaze tasteri. Pritiskom prvog tastera, na dva sedmosegmentna displeja generiše se nasumični dvocifreni broj. Igrač na čijim je se displejima generisao veći dvocifreni broj pobeđuje u toj rundi. U slučaju da displeji pokažu jednake dvocifrene brojeve, runda se ponavlja. Pobednik runde pritiska drugi taster, usled čega se na trećem sedmosegmentnom displeju pojavljuje broj 1, što je indikator toga da je taj igrač pobedio u toliko rundi. Cilj je pobediti u 9 rundi, nakon čega se dobija set. Po završetku seta oba igrača pritiskaju treći taster, čime se treći sedmosegmenti displej resetuje na nulu. Nakon toga, ide se u drugi set, takođe na dobijenih 9 rundi. Igra se završava kada jedan od igrača osvoji dva seta.

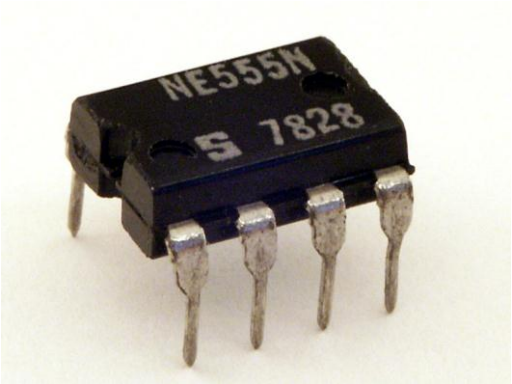
Nikola Mitrović je student četvrte godine na Katedri za Mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: nikola.mitrovic@best.eu.org

III. KOMPONENTE ZA REALIZACIJU

Glavne komponente iskorišćene za realizaciju ovog kola su:

A. NE555 tajmer

NE555 [1] je integrisano kolo koje spada u najkorišćenija kola na svetu, i predstavlja srce ovog sistema. NE555 se u komplikovanijim kolima može koristiti na čak 4 načina, odnosno u 4 režima rada. Postoje astabilni režim rada, monostabilni režim rada, bistabilni režim rada i režim rada invertujućeg bafera. Od ova 4 režima rada, u ovom radu iskorišćen je rad NE555 kola u astabilnom i monostabilnom režimu rada.



Slika 1. Integrisano kolo NE555

B. Brojač 74LS90

Dekadni i binarni brojač 74LS90 [2] predstavlja jedan od standardnih modernih brojača. Nalazi se u kućištu sa 14 pinova koji omogućavaju brojanje, setovanje na najveći broj sistema, kao i resetovanje sa nule.

C. Dekoder 74LS47

Ovaj dekoder [3] predstavlja 4/7 dekoder i jedan od najkorišćenijih dekodera na tržištu. Njegova glavna prednost je ta što sa jedne strane može da prima informacije u BCD kodu, a sa druge strane da ih dekodira na sedmosegmentni displej. Nalazi se u kućištu sa 16 pinova. Na izlazu ovog dekodera se gotovo uvek nalazi mreža otpornika koja je prikačena na sedmosegmentni displej.

D. Brojač i dekoder CD4026

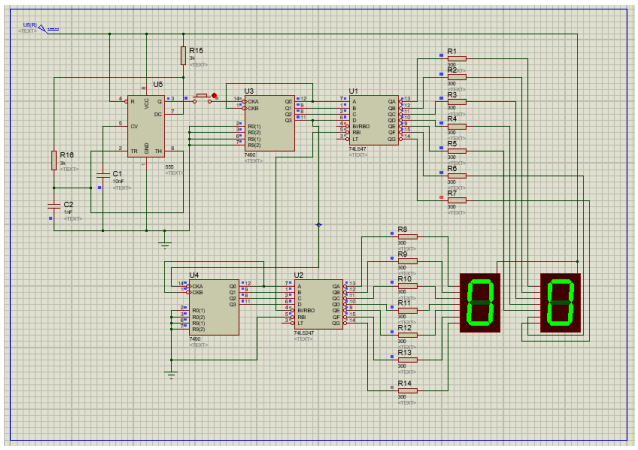
Ovo integrisano kolo [4] predstavlja jedno od naprednijih kola koje omogućava istovremeno i brojanje i dekodiranje ulaznih signala na odgovorajuć način za sedmosegmentni displej. Nalazi se u kućištu sa 16 pinova.

Uz sve ove složenije komponente, iskorišćeni su i mnogobrojni otpornici, kondenzatori i tasteri, kao i sedmosegmentni displeji.

IV. SIMULACIJA SOFTVERSKIM ALATOM PROTEUS

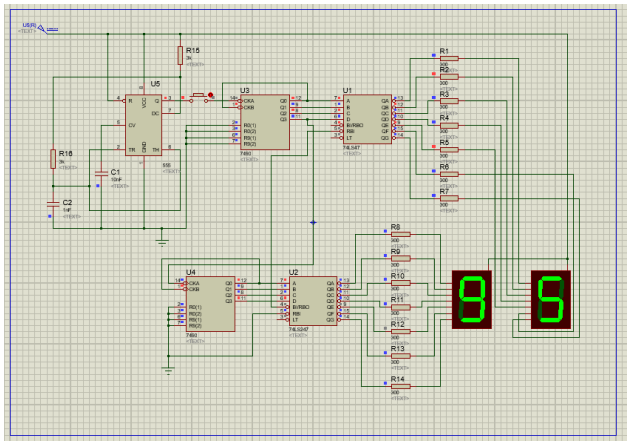
U ovom delu biće opisana simulacija rada softverskim alatom Proteus [5]. Takođe, prikaz simulacije praktične realizacije dat je softverskim alatom Fritzing [6]. Sam koncept sistema podeljen je na više funkcionalnih blokova. Blok 1 funkcionalno je identičan i za plavog i za zelenog igrača, kao i blok 2. Blok 3 predstavlja optoelektronski deo sa plavim diodama za plavog, a sa zelenim za zelenog, povezanih tako da ispisuju znak „>„ ili „<„ u zavisnoti od većeg broja.

A. Blok 1

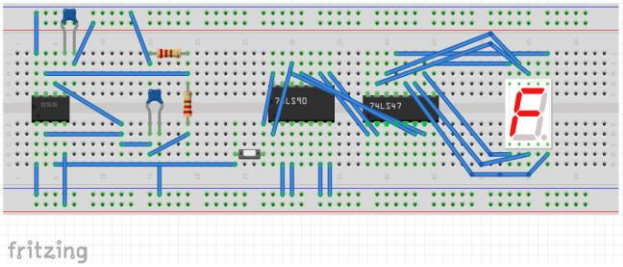


Slika 2. Blok 1 na početku igre, realizovan softverskim alatom Proteus.

Blok 1 čini pre svega kolo NE555. Ono ovde radi u astabilnom režimu rada [7]. Na izlaz tog kola vezujemo brojač 74LS90, koji onda vezujemo na dekoder 74LS47. Na izlazu dekodera vezan je sedmosegmentni displej, preko otporne mreže. U bloku 1 iskorišćena je karakteristika astabilnosti tajmera NE555, i činjenica da nema stabilno stanje, već se izlaz stalno menja između niskog i visokog nivoa. Povezivanjem odgovarajućih otpornosti i kapacitivnosti, izlaz je nepredvidiv u realnom vremenu, pa je ova osobina iskorišćena za generisanje nasumičnog broja. Taster za generisanje, povezan je takođe na izlaz kola NE555.



Slika 3. Blok 1 zelenog igrača nakon pritisnutog tastera, realizovan softverskim alatom Proteus.

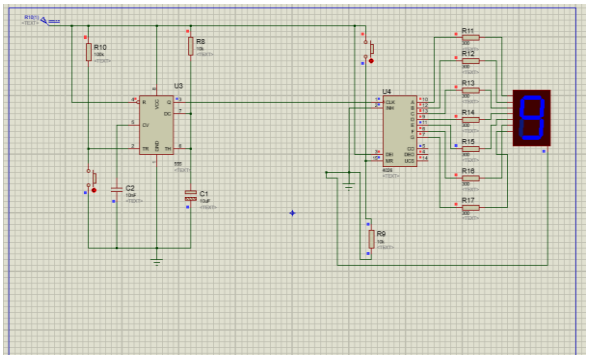


Slika 4. Blok 1 realizovan na simulaciji protoploče softverskm alatom Fritzing.

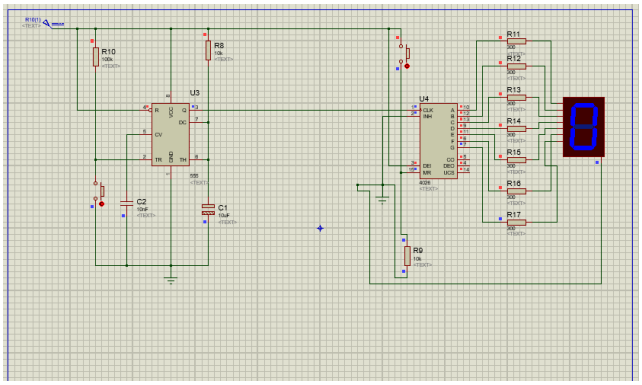
B. Blok 2

Blok 2 takođe u svojoj srži ima kolo NE555. Izlaz tog kola je ovde povezan na brojač i dekoder CD4026, a onda preko otporne mreže na sedmosegmentni displej. Ovde moramo voditi računa o tome da sedmosegmentni displej mora biti displej sa zajedničkom katodom, zbog nivoa signala koji se dobija na izlazu kola CD4026.

U ovom bloku iskorišćena je monostabilna priroda kola NE555, odnosno sposobnost da proizvede jedan puls na izlazu. Takođe, dodatan taster je vezan za pin kola CD4026, kako bi bilo omogućeno da se brojač dobijenih rundi resetuje.

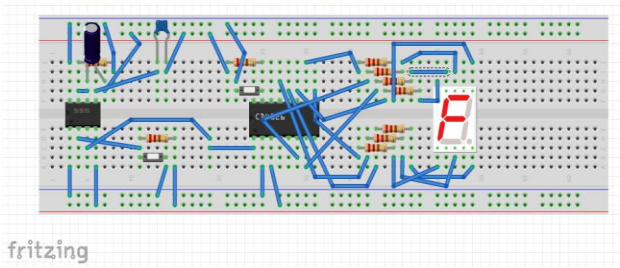


Slika 5. Blok 2 plavog igrača realizovan softverskim alatom Proteus.



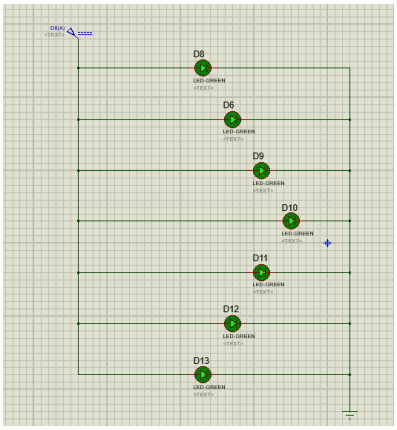
Slika 6. Blok 2 plavog igrača resetovan tasterom na nulu, realizovan softverskim alatom Proteus.

Ovaj deo kola kompletno je realizovan softverskim alatom Fritzing.



Slika 7. Blok 2 realizovan softverskim alatom Fritzing.

C. Blok 3



Slika 8. Blok 3 realizovan softverskim alatom Proteus.

Blok 3 predstavlja jednostavan sklop redno vezanih dioda za svakog igrača koji pokazuju znakove „>„ i „<„ u zavisnosti od toga koja strana je generisala veći broj.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je prikaz jednog vrlo jednostavnog sistema, sa jednim vrlo širokim spektrom upotrebnih mogućnosti. Glavna tačka unapređivanja mogla bi da bude u povećanju broja brojača, samim tim i brojeva koji se ispisuju. Ovako proširen sistem može naći široku primenu u igrama na sreću, kao i u mnogim drugim sistemima koji se koriste za prikazivanje rezultata i brojeva. Softverska realizacija ovakvog sistema postala je poznata kao popularna igra „Lucky Balls„.

ZAHVALNOST

Projekat razvijen kao unapređena praktična realizicija na predmetu Digitalna mikroelektronika na Katedri za Mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu u Nišu. Autor se zahvaljuje profesoru Danijelu Dankoviću za podsticanje ideje, kao i pomoć pri radu.

LITERATURA

[1] Kompletan datasheet komponente dostupan na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf
[2] Kompletan datasheet komponente dostupan na: http://www.futurlec.com/74LS/74LS90.shtml
[3] Kompletan datasheet komponente dostupan na: http://www.futurlec.com/74LS/74LS47.shtml
[4] Kompletan datasheet komponente dostupan na: http://www.futurlec.com/4000Series/CD4026.shtml
[5] Softverski alat dostupan na: https://www.labcenter.com/
[6] Softverski alat dostupan na: http://fritzing.org/home/
[7] D. Danković, Komponente za telekomunikaciju, praktikum, Elektronski fakultet u Nišu, 2013
[8] D. Danković Digitalna mikroelektronika, predavanja, Elektronski fakultet u Nišu, 2015.

Digitalna štoperica

Stefan Nikolić

Sadržaj – U ovom radu prikazan je razvoj digitalne štoperice, dato detalno objašnjenje i prikaz materijala koji je iskorišćen za njenu realizaciju. Urađene su simulacije i testiranja u raznim softverima i prikazani najznačajniji rezultati. Urađena je i praktična realizacija na protoploči i izmereni signali korišćenjem osciloskopa. Kreiran je 3D model štampane ploče sa svim komponentama na njoj, posle čega je digitalna štoperica spremna za izradu, pakovanje i nakon svega toga, upotrebu.

I. UVOD

Merenje vremena predstavlja jedan od najranijih otkrića modernog čovečanstva. Vekovima unazad su poznati naučnici i pronalazači pokušavali da otkriju novu vrstu sata koji ne meri samo standardno trajanje dana i noći, već onaj trenutak kada je mehanizam na satu aktiviran, do trenutka kada je deaktiviran. Ovaj izum se naziva štoperica. O otkrivanju prve štoperice se još polemiše, zato što istorijski nalazi pokazuju da postoji nekoliko pronalazača koji su doprineli u stvaranju ove naprave.

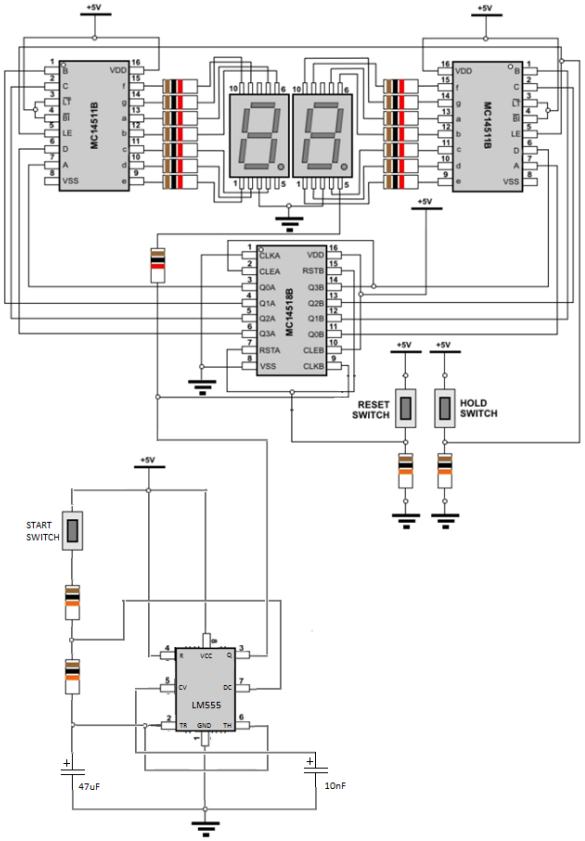
U ranim 1970-im godinama, masovno su počele da se koriste digitalne štoperice, što je označilo početak nove ere precizniog merenja vremena. Velika preciznost digitalnih štoperica se može postići zahvaljujući kristalnom oscilatoru koji je mnogo precizniji od mehaničkog. Pošto imaju mikročip, obično sadrže i pokazivač datuma i vremena. Danas se štoperice mogu naći u mnogim digitalnim aparatima kao npr: ručnim satovima, mobilnim telefonima, računarima, kolima, itd.

II. PRINCIP RADA

U električnoj šemi na slici 1, nalazi se kompletno kolo digitalne štoperice koje se sastoji od dva sedmo segmentna displeja, dva MC14511B sedmo segmentna drajver/dekodera, BCD brojača MC14518B, LM555 tajmera i ostalih pasivnih komponenti.

Kao generator impulsnog signala koristili smo integrisano kolo LM555. Navedeni 555 tajmer je integrisano kolo (čip) koje služi kao generator impulsnog signala, oscilator ili za pružanje vremenskog kašnjenja u kolu. To je jedno od najpopularnijih integrisanih kola ikada napravljenih, baš zbog njegove niske cene, lakoće korišćenja i stabilnosti. Ovde je korišćen astabilni mod gde se na izlazu dobija pravougaoni signal koji se kreće od 0V do V+. Astabilni se zove zato što nema mirno stanje, izlaz se stalno menja između niskog i visokog nivoa.

Stefan Nikolić, student, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefa93swc@outlook.com



Slika 1. Električna šema.

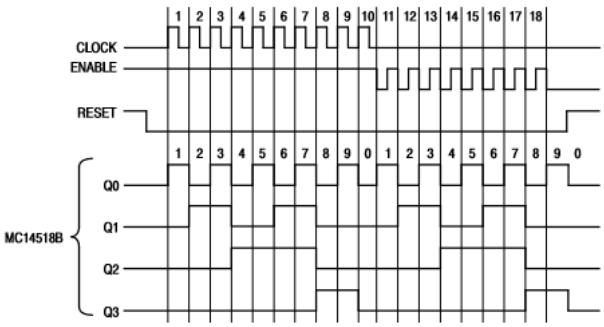
Da bi proračunali vrednosti otpornika i kapacitivnost kondenzatora i dobili signal čija je frekvencija 1Hz, a što je inače potrebno za ispravan rad štoperice, koristili smo online calculator (slika 2) [1].

Capacitor (C)	47	microFarad (µF
Resistance 1 (R_1)	10	kilohms (kΩ)
Resistance 2 (R_2)	10	kilohms (kΩ)
Frequency	1.023	Hertz (Hz)
Period (T)	977.130	milliseconds (ms
Duty Cycle	66.67	%
Time High (T_1)	651.420	milliseconds (ms
Time Low (T_2)	325.710	milliseconds (ms

Slika 2. Online calculator.

U ovom slučaju, uzeli smo kondenzator od 47µF i oba otpornika iste otpornosti 10KΩ i dobili frekvenciju od 1.023Hz što je približno traženoj vrednosti, s obzirom na to da moramo paziti na vrednosti komponenti kako bi ih

kasnije pronašli i upotrebili za praktičnu primenu. Dobijeni signal iz generatora od približno 1Hz dovodi se na BCD brojač MC14518B, čiji je vremenski dijagram prikazan na slici 3 [2].



Slika 3. Vremenski Dijagram za MC14518B.

Na električnoj šemi Clock je doveden na ulaz brojača ClockB, gde nam taj brojač po toj logici predstavlja brojanje jedinica, a drugi brojač desetica. EnableB je potrebno vezati na napajanje kako bi ovaj brojač mogao normalno da broji sekunde do 10. Kao što vidimo iz vremenskog dijagrama, nakon devete sekunde, na izlazu dobijamo BCD kod "1001" koji je ustvari broj 9, a nakon toga, ponovno pojavljivanje BCD koda "0000", zbog trajanja impulsa Q3 koji ima isto trajanje kao i Q1 samo sa zakašnjenjem. Kratkim spojem EnableA sa Q3B, omogućavamo inkrementiranje brojača desetice na svakih 10 sekundi, kada se na izlazu Q3B nađe opadajuća ivica signala. Po istom principu će i brojač desetica nakon devete desetice vratiti sve izlaze na 0. Da bi ovo radilo naravno potrebno je povezati ClockA na masu. Takav dobijeni BCD kod se preko MC14511B dekodera prikazuje na sedmo segmentnim displejima.

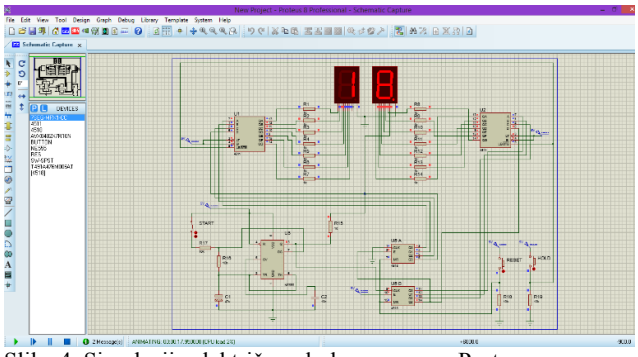
U kolu se nalaze 2 tastera od kojih jedan služi za reset štoperice, a drugi za zamrzavanje displeja, i na kraju prekidač za startovanje odbrojavanja.

III. SIMULACIJA

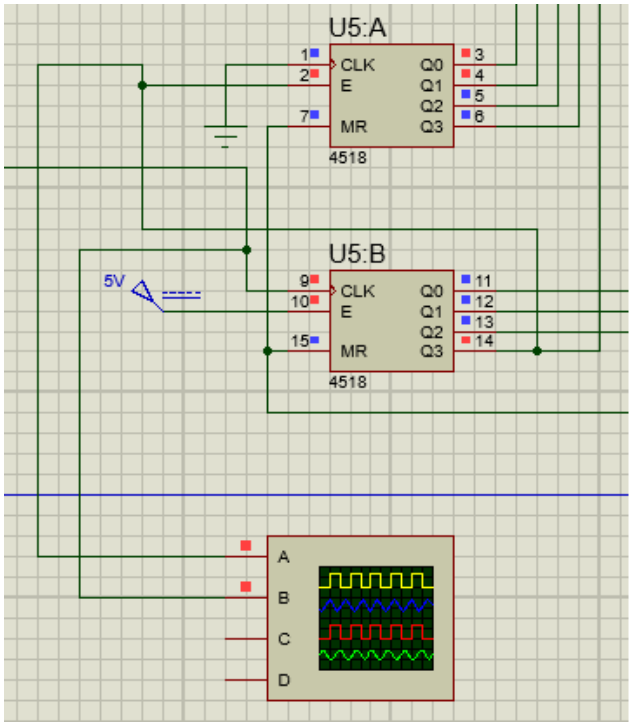
Da bi proverili ispravnost kola pre bilo kakve praktične primene, koristimo program Proteus u kome se već nalaze definisana integrisana kola i ostale komponente [3]. Naše kolo softverski realizovano prikazano je na slici 4.

Ovaj program ima mogućnost merenja signala korišćenjem osciloskopa. Osciloskop ima 4 kanala pomoću kojih možemo izvršiti merenje napona na bilo kom delu kola. Jedan kanal smo postavili da meri Clock ulaz brojača jedinica, a drugi na Enable ulaz brojača desetica kao na slici 5 koje je odsečak kola.

Na slici 6 možemo videti signale brojača gde se jasno vidi da se nakon 10 impulsa plavog signala koji ulazi u Clock brojača jedinica, javlja silazna opadajuća ivica žutog signala koji ulazi u Enable brojača desetica što je i planirano.



Slika 4. Simulacija električnog kola u program Proteus.



Slika 5. Odsečak kola sa osciloskopom.



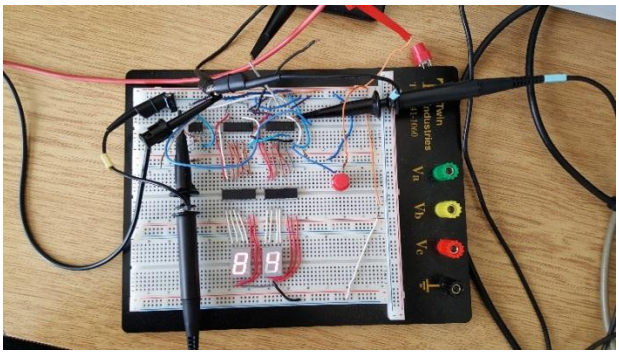
Slika 6. Prikaz signala na osciloskopu.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Za praktičnu realizaciju potrebno je pre svega obezbediti sve komponente i protoploču na kojoj ćemo sastaviti i testirati naše kolo. U tabeli 1 nabrojane su sve potrebne komponente koje se nalaze u kolu izuzev protoploče, džeka za napajanje i provodnih žica.

TABELA 1.
SPISAK KOMPONENATA

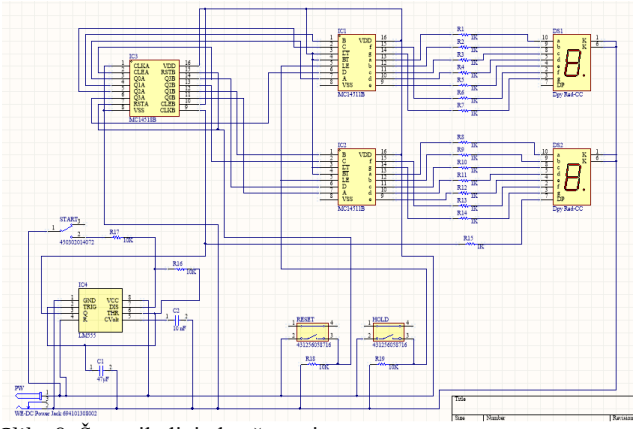
Ime komponente	Vrednost komponente	Kom.
Sedmo segmentni displej sa zajedničkom katodom	-	2
Integrisano kolo MC14511B	-	2
Integtisano kolo MC14518B	-	1
Integrisano kolo LM555	-	1
Otpornik	1kΩ	15
Otpornik	10kΩ	4
Kondenzator	10nF	1
Kondenzator	47μF	1



Slika 7. Praktična realizacija na protoploči.

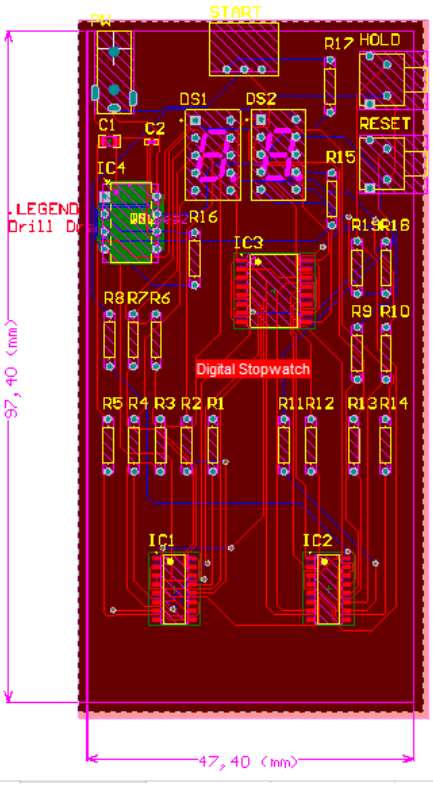
V. PCB I 3D MODEL (IZRADA ŠTAMPANE PLOČE)

Nakon urađenog teorijskog dela i testiranja kola brojnim simulacijama, možemo početi sa finalnim delom, izrada štampane ploče. Ovde koristimo program Altium Designer koji pruža odličnu podršku modeliranja u PCB tehnologiji. Altium Designer je softverski alat koji služi za crtanje električnih kola u šematiku, nakon čega postoji mogućnost importovanja celokupnog sadržaja sa svim komponentama u PCB model [4]. Na slici 8, može se videti šematik digitalne štoperice.

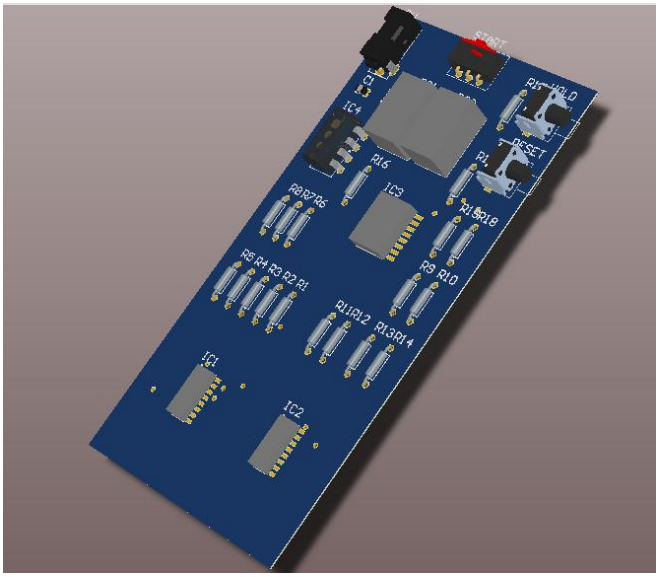


Slika 8. Šematik digitalne štoperice.

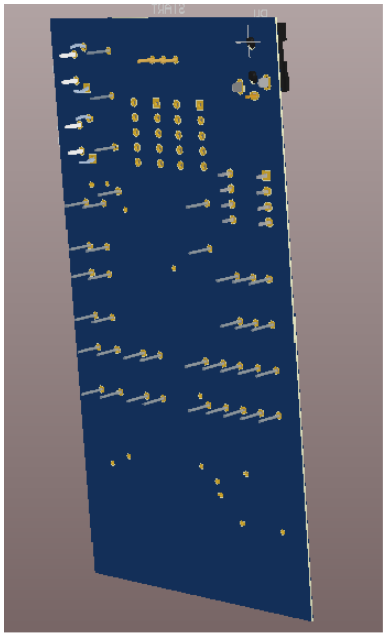
Poslednji korak je importovanje šematika u PCB dokument. Dimenzije štampane ploče su 10x5cm sa keepout-om od 2.6mm. Nakon sređivanja dobijena je krajnja verzija pločice, što je prikazano na slikama 9, 10 i 11.



Slika 9. 2D model digitalne štoperice u PCB-u.



Slika 10. Pregled prednje strane PCB modela digitalne štoperice.


Slika 11. Pregled zadnje strane PCB modela digitalne štoperice.

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu detaljno je prikazan proces projektovanja i realizacija digitalne štoperice. Urađene su simulacije i testiranja u raznim softverima i prikazani karakteristični rezultati. Urađena je i praktična realizacija na protoploči i izmereni su signali korišćenjem osciloskopa. Kreiran je 3D model štampane ploče sa svim komponentama na njoj, posle čega je digitalna štoperica spremna za izradu, pakovanje i nakon svega toga i upotrebu. Treba napomenuti da Postoji i mogućnost ubacivanja postolja za bateriju umesto napajanja što je i mnogo praktičnije.

LITERATURA

[1] „555_timer_calculator”, dostupno na: http://ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator (pristupljeno 10. oktobra 2016.).
[2] „MC14518Bdatasheet”, dostupno na: http://onsemi.com/pub_link/Collateral/MC14518B-D.PDF (pristupljeno 10. oktobra 2016.).
[3] „Proteus 8 Professional”, dostupno na: http://labcenter.com (pristupljeno 12. oktobra 2016.).
[4] „Altium Designer”, dostupno na: http://altium.com (pristupljeno 14. oktobra 2016.).

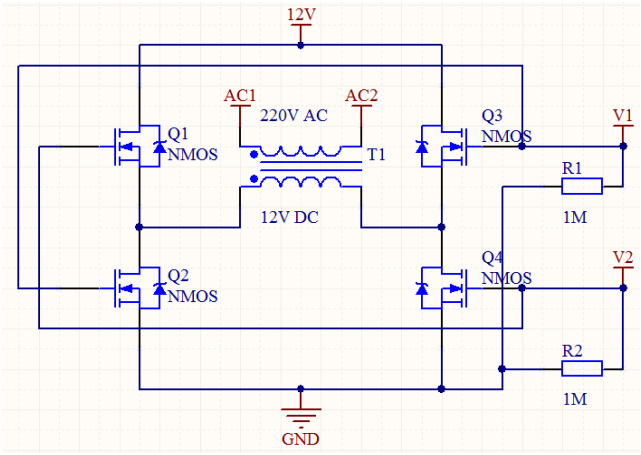
Pretvarač napona sa 12V na 220V

Milan Ivković

Sadržaj – Ideja ovog rada je da pokaže način kako se može napraviti jednostavan pretvarač napona sa 12VDC na 220VAC. Biće prikazan način za dva tipa transformatora, sa jednim i sa dva sekundara.

I. Uvod

Kao što je rečeno u sadržaju cilj rada je da se prikaže način kako se može kreirati pretvarač napona sa 12VDC na 220VAC. Glavna stavka rada je H most, slika 1, uz pomoć koga se na sekundaru transformatora [1] dovodi struja u oba smera. Takođe biće prikazane el. šeme za transformator sa jednim i sa dva sekundara.



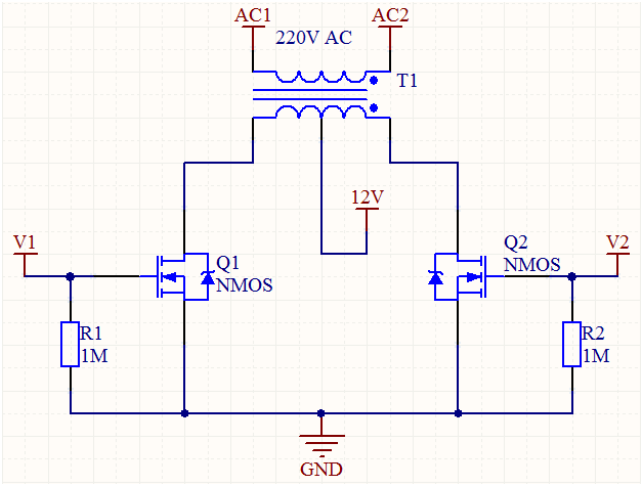
Slika 1. El. šema sa H mostom za trensformator sa jednim sekundarom.

II. Ideja

Da bi se na primaru generisao napon od 220VAC na sekundaru treba dovesti struju u uba smera, tj. da se napravi vremenski promenljiv napon. Najlakše rešenje za to je prikazano na slici 1. Kada su aktivni tranzistori Q1 i Q4 struja protiče u jednom smeru, a kada su aktivni Q2 i Q3 struja protiče u drugom smeru. Ako se ta promena vrši 50 puta u sekundi dobija se napon na izlazu kao iz mrežne utičnice.

Na slici 1 su korišćeni NMOS tranzistori [2], dok otpornici R1 i R2 služe da isprazne naelektrisanje iz oksida na gejtu i time tranzistor vrate u prvobitno stanje. Oznake V1 i V2 označavaju dolazne signale kojima se kontrolišu tranzistori dok su AC1 i AC2 oznake za izlazni naizmenični napon.

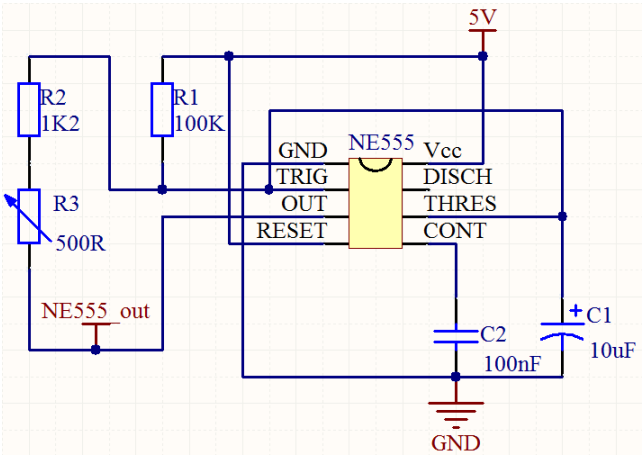
Ukoliko je u pitanju transformator sa dva sekundara koristi se šema sa slike 2. Ako je uključen samo tranzistor Q1 struja protiče kroz prvi sekundar i stvara magnetno polje u jednom smeru. Kada je uključen tranzistor Q2 struja protiče kroz drugi sekundar i stvara magnetno polje u drugom smeru. Na taj način se na primaru dobija naizmenični napon. Otpornici R1, R2, oznake V1, V2, AC1 i AC2 imaju istu ulogu kao na šemi sa slike 1.



Slika 2. El. šema za transformator sa dva sekundara.

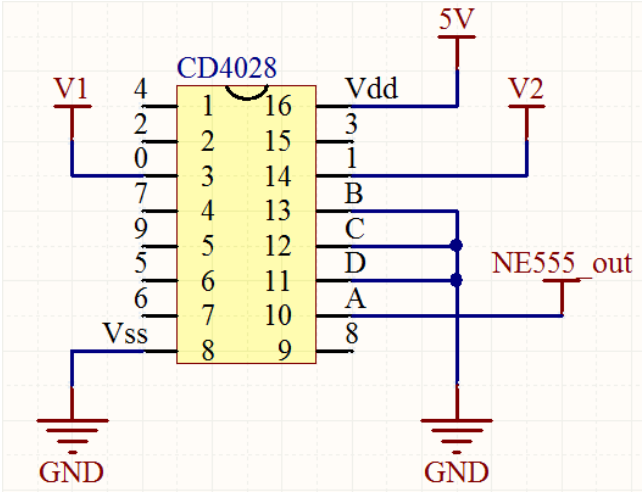
Da bi se kreirala frekvencija od 50Hz koristi se kolo NE555[3] čija je amplituda upola kraća od dužine trajanja jedne periode(duty cycle 50%). Na slici 3. je način vezivanja kola kako bi se dobila tražena dužina amplitude. Jednačina prema kojoj se određuje frekvencija je $f=1/(0.693 \cdot 2 \cdot R2 \cdot C1)$. Prilikom računanja uzeta je fiksna vrednost za kondenzator C1 od 10uF. Daljim računanjem za frekvenciju od 50Hz dobijen je otpornik R2 od 1443Ω. Na slici 3 su dva otpornika R2 i R3 koja su vezana redno, ona u ovom slučaju čine izračunati otpor. Uzeta je fiksna vrednost otpornika R2 od 1K2Ω i promenljivi otpornik R3 od 500Ω. Dodat je promenljivi otpornik kako bi se tačno dobila frekvencija od 50Hz.

Milan Ivković, student četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi Elektronskog fakulteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milan.ivkovic@elfak.rs



Slika 3. El. šema sa NE555 kolom.

S obzirom da se koristi samo N kanalni tranzistori ne može se direkno vezati dobijeni signal već kao most se koristi kolo CD4028[4]. Dato kolo je dekoder[5] BCD[6] koda u decimalni kod. Na slici 4 je prikaz kako je kolo vezano.



Slika 4. Vezivanje kola CD4028.

Na pinovima 3 i 14 su vezani signali koji se periodično uključuju i isključuju i time kontrolišu tranzistore sa slike 1 ili sa slike 2. Da bi se obezbedilo da se samo ta dva pina periodično uključuju i isključuju treba ulaze dekodera pravilno povezati. Iz tabele sa slike 5 gledajući prvi i drugi red, ulaz D, C i B treba vezati za masu, a ulaz A za izlaz NE555 kola. Time se dobija da je u jednom trenutku aktivan V1 a u drugom V2.

TABLE I – TRUTH TABLE

D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 = HIGH LEVEL 0 = LOW LEVEL

Slika 5. Tabela istinitosti za kolo CD4028.

III. Zaključak

Kao što je rečeno na početku, u ovom radu je data samo ideja kako se može realizovati pretvarač napona ali ne i praktična ralizacija. Prilikom praktične realizacije treba obratiti pažnju na hlađenje tranzistora jer kroz tranzistore može teći velika struja.

Zahvalnica

Autor rada želi da se zahvali profesoru Danijelu Dankoviću, profesoru Zoranu Prijiću i asistentu Milošu Marjanoviću za uloženi trud da se pomenuta kola razumeju kako teorijski tako i praktično.

Literatura

[1] Stojan Ristić, *Elektronske komponente*, Elektronski fakultet Niš, 2011, pp. 104-107.
[2] Prof. dr Zoran Prijić, Doc. dr Aneta Prijić, *UVOD U POLUPROVODNIČKE KOMPONENTE I NJIHOVU PRIMENU*, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 2014, pp. 143-197.
[3] NE555 (http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf)
[4] CD4028 (http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4028b.pdf)
[5] Thomas L. Floyd, *Digital fundamentals* 9th, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2006, pp. 316-324
[6] Thomas L. Floyd, *Digital fundamentals* 9th, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2006, pp. 316-324.

OLED komponente i njihova primena

Sandra Veljković

Sadržaj - OLED komponente su nove komponente koje, zbog svojih karakteristika, mogu imati sve širu primenu. Zahvaljujući svakodnevnim inovacijama i kvalitetnim rešenjima, predviđa se masovna upotreba OLED-a u mnogim oblastima. Tako pored primene za mobilne telefone, tablet računare ekrane za digitalne fotoaparate, televizore, u automobilskoj industriji sigurno sve značajnija primena može biti i u oblasti osvetljenja. Novine koje su otkrivene omogućavaju čak i da se umesto klasičnih postave prozori koji mogu da predstavljaju izvor veštačke svetlosti kada dnevne nema. Pomoću nove opreme, koja se usavršava bi se značajno smanjila potrošnja energije, ali pre svega veštačko svetlo bi se učinilo sličnijim dnevnom svetlu i prijatnijim za oko.

I. UVOD

Nove tehnologije koje se koriste kod mobilnih telefona, tablet računara i drugih uređaja su bazirane na OLED (Organic Light Emitting Diode) tehnologiji koja postaje sve prisutnija. Ova tehnologija omogućava veliku prednost kada su u pitanju i proizvodnja i dizajn. Tako na primer televizori bazirani na OLED tehnologiji su znatno tanji od televizora baziranih na LED tehnologiji, pošto je za njihovu proizvodnju potrebno manje slojeva. Zahvaljujući toj prednosti, proizvode se televizori koji su tanki svega 4 mm sa izuzetnim dizajnom i jako malom težinom [1].

Kao inspiracija za razvoj OLED komponenata i tehnologija poslužio je svitac, odnosno način na koji on stvara i emituje svetlost. Naime, ispitivanja luminescentnih pojava, odgovornih i za jedinstvene karakteristike svica, dovele su do razvoja širokog spektra proizvoda. Luminescencija predstavlja pojavu emitovanja "hladne" svetlosti posle prethodnog apsorbovanja energije [2]. Električna energija može izazvati pojavu luminescencije u određenim organskim materijalima, odnosno javlja se elektroluminescencija.

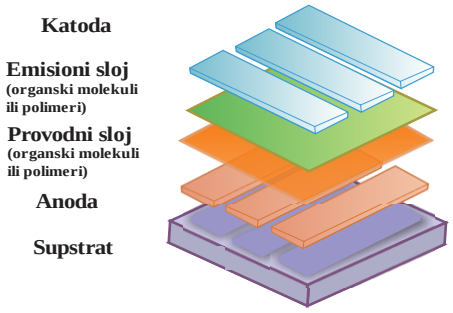
Iako je još sredinom prošlog veka na Nansi univerzitetu u Francuskoj prvi put primećena elektroluminescencija organskih materijala, prva dioda prijavljena je 1987. g. [3] od strane Ching Tanga i Stevena. Zahvaljujući saznanjima da do emisije svetlosti dolazi u središtu organskog sloja, istraživanja u oblasti OLED-a su postala efikasnija. Veliki napredak u istraživanju polimera je zabeležen 1990. g. na Kembridžu kada je primećena visoka efikasnost zelenih svetlećih polimernih uređaja.

Interesantno je da postoji zamisao na kojoj se trenutno aktivno radi, a to je realizacija „razmazivog" OLED-a kojim bi mogla da se premaže neka površina ili da se na nju naprska sloj te smese [4]. Takav displej bi bio jako tanak, oko 100 nm, i koristio bi solarnu energiju. Ta zamisao da OLED displej funkcioniše kao solarni panel može da se realizuje zahvaljujući velikoj sličnosti u radu solarnih ćelija i OLED komponenata [3].

Sandra Veljković je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi na Katerdri za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: sandra.veljkovic@elfak.rs

II. VRSTE I TIPOVI

U samoj stukturi OLED-a može da se nalazi više slojeva organskog materijala čija debljina može biti između 100 i 500 nm [5]-[7]. Na Sl. 1 je prikazana struktura OLED-a.



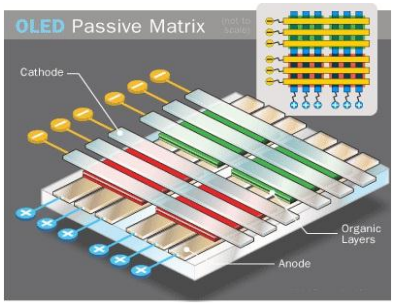
Sl. 1. Struktura OLED-a.

Piksel OLED-a ima pet najbitnijih elemenata, odnosno slojeva. Prvi element je anoda koja je providna. Uloga anode u ovoj stukturi je da eliminiše elektrone prilikom proticanja struje kroz uređaj. Iznad anode nalazi se provodni sloj. On je izrađen od plastike organskog porekla. Uloga mu je da omogući kretanje šupljina od anode. Polyaniline je samo jedan od polimera koji se koriste u OLED-u. Sledeći je emisioni sloj koji je najbitniji jer u njemu nastaje svetlost. On ima ulogu da omogući kretanje elektrona od katode ka anodi. I ovaj sloj je izrađen od plastike organskog porekla ali drugačije od one koja se koristi za provodni sloj. Za ovaj sloj jedan od polimera koji se koriste je polyfluorene. Iznad emisionog sloja se nalazi katoda čija je uloga da ubacuje elektrone prilikom proticanja struje kroz matricu. Postoji mogućnost da bude transparentna ali to zavisi od toga o kom OLED-u se radi. Supstrat na kome se svi ovi elementi naze ima zaštitnu ulogu.

U zavisnosti od tipa matrice razlikuje se OLED sa pasivnom matricom i OLED sa aktivnom matricom [8]. OLED sa pasivnom matricom (PMOLED - Passive-Matrix OLED) je prikazan na Sl. 2.

PMOLED predstavlja rešetkastu strukturu koju čine anodne i katodne trake, zapravo vodovi, koji su postavljeni

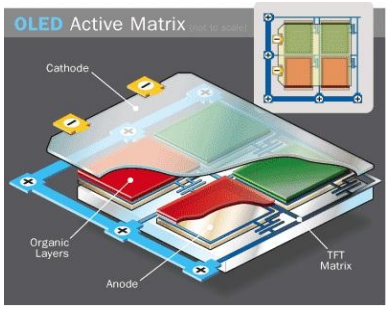
pod uglom od 90°. U presecima vodova nalaze se pikseli koji su izvori svetlosti. Mikroprocesorom se kontroliše uključivanje i isključivanje piksela tako što se upravlja strujom pobude. Struji pobude može da se menja jačina u zavisnosti od onoga šta se želi da postigne.



Sl. 2. OLED sa pasivnom matricom [8].

Ono što karakteriše PMOLED je pre svega jednostavna izrada. S obzirom da napaja spoljašnja elektronska kola neophodna mu je relativno velika snaga, a samim tim mu je i potrošnja velika. I pored toga postoji prednost korišćenja PMOLED-a u odnosu na LCD displeje jer i pored velike potrošnje, PMOLED troši manje nego standardni LCD. Ovaj tip OLED-a je izuzetno dobar ako se koristi za prikazivanje teksta ili kada se koristi kod displeja za MP3 plejere, PDA uredjaje i mobilne telefone.

OLED sa aktivnom matricom (AMOLED - Active-Matrix OLED) je prikazan na SL. 3.



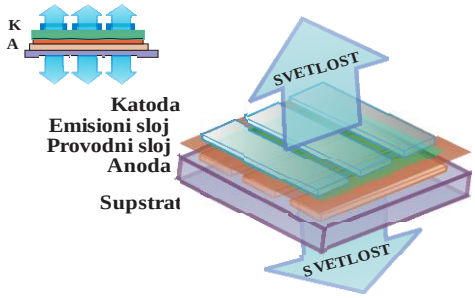
Sl. 3. OLED sa aktivnom matricom [8].

AMOLED ima katodu koja nije klasična. Sloj koji prelazi preko celog ekrana predstavlja katodu. Organski molekuli i anoda su postavljeni u raster. Pobuda se vrši preko tankoslojnih tranzistora (TFT - thin-film transistor) koji su raspoređeni tako da čine matricu. Ovi tranzistori su brzi prekidački tranzistori i omogućavaju da se obezbedi svetlost na tačno željenom mestu. Na taj način se postiže sličan efekat kao i kod pasivne matrice.

Ono što karakteriše AMOLED je mala potrošnja energije s obzirom da se koriste tankoslojni tranzistori, pa je pri korišćenju AMOLED-a veća ušteda energije nego pri korišćenju PMOLED-a. Koristi za kompjuterske monitore ili mobilne telefone na kojima se slika menja jako brzo jer brzo reaguju na promene.

Pored ove podele, OLED se može podeliti i na providni OLED, top-emitting OLED, savitljivi OLED i beli OLED. Pri tome, svi imaju svoje namene i različite oblasti primene [8].

Providni OLED poseduje samo providne komponente a to su anoda, katoda i podloga. U slučaju kada nije uključen on propušta svetlost u oba smera. U zavisnosti od toga za šta se koristi može da bude i sa aktivnom i sa pasivnom matricom.



Sl. 4. Struktura providnog OLED-a.

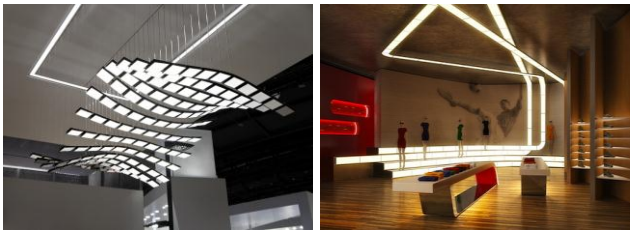
Top-emitting OLED za razliku od providnog OLED-a, ima podlogu koja je neprozirna ili reflektujuća. Najbolje je da se izrađuju kao aktivne matrice. Trenutno se najviše koristi u SMART karticama.

Savitljivi OLED je izuzetno praktičan pa zato i ima jako široku primenu. Kao podlogu koristi ili fleksibilne metalne folije ili plastiku, a pritom ima malu težinu. Trenutna najčešća primena mu je u izradi mobilnih telefona. Njegovim korišćenjem telefoni postaju fleksibilniji što smanjuje mogućnost pucanja i preloma što najčešće i predstavlja razlog za prestanak njihovog rada. Još jedna primena je na takozvanoj "pametnoj" odeći, interesantnim modnim detaljima ili integracija displeja zasnovanih na savitljivom OLED-u u narukvice koje imaju različite primene.

Kada je reč o belom OLED-u, pre svega treba napomenuti da ima veliku energetsku efikasnost, ima malu potrošnju. Njegova masovnija primena za rasvetu bi značajno smanjila troškove. Beli OLED ima mogućnost izrade na velikim panelima. Svetlost koju emituje je znatno uniformnija, za razliku od LED izvora koji predstavljaju tačkaste izvore, tako da je mnogo prijatnija za oko i sličnija prirodnom svetlu.

IV. PRIMENA

Zbog svih karakteristika koje OLED poseduje veoma je interesantno koristiti ga za dekoraciju ali i osvetljenje u enterijeru. Osvetljenje zasnovano na OLED-u je drugačije od drugih osvetljenja jer postoji mogućnost da se ubacivanjem različitih molekula dobija svetlost različitih boja. To prostoru daje drugačiji, atraktivniji izgled (Sl. 5). S obzirom da svetlost potiče od čitave površine, ovo svetlo je mnogo pogodnije za primenu nego tačkasti izvori svetlosti [9].



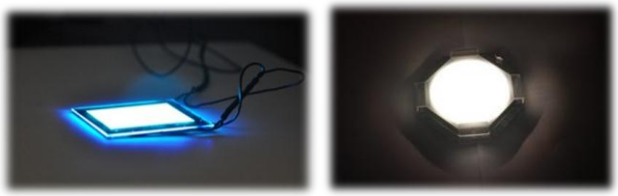
Sl. 5. Primena OLED-a u enterijeru [9].

Kao što je već pomenuto, OLED je našao ogromnu primenu u proizvodnji displeja gde je ova tehnologija najzastupljenija. Osobine OLED-a koje su najviše uticale na tu zastupljenost su mala potrošnja, verni prikaz boja, dobar kontrast, slika se vidi jasno i pod velikim uglom i brza promena slike tako da nema asinhronizacije sa zvukom. Sve ove osobine su jako korisne i čine displeje kvalitetnijim [10]. Ti displeji koriste se i kod televizora, kao sto je prikazano na Sl. 6, ali i kod mobilnih uređaja i kod narukvica najrazličitijih namena. Do skoro se za displeje koji se prave koristilo uglavnom staklo, ali posle intezivnih istraživanja naučnici su našli način da displej bude fleksibilan, odnosno da se umesto stakla koristi plastika čime je postignut jako visok stepen efikasnosti.



Sl. 6. OLED televizori [10].

Proizvode se i okrugli paneli koji emituju svetlost [11], čiji je prečnik oko 88 mm, a i paneli kvadratnog oblika (Sl. 7). Cena ovih panela može biti veoma visoka.



Sl. 7. OLED paneli [11].

Napredak u OLED tehnologiji je omogućio da i prozori mogu da budu izvori veštačke svetlosti [12], [13]. Ovi prozori mogu da budu od stakla, ali onda su jako krhki i lomljivi, tako da je taj problem rešen korišćenjem plastike umesto stakla. Pošto OLED može da se primeni na velike panele to je omogućilo da ova zamisao bude izvodljiva što je i ilustrovano na Sl. 8 [14], [15]. Kada postoji prirodna svetlost, panel je nesmetano propušta, a kasnije on moze da bude i sam izvor svetlosti. Ovakav panel omogućava da svetlost dolazi sa čitave površine panela. Ovakvi paneli mogu da se koriste ne samo za prozore nego i za krovove automobila, na čemu pojedine kompanije uveliko rade.



(a) (b)

Sl. 8. OLED panel (a) [14] i njegova primena na prozor (b) [15].

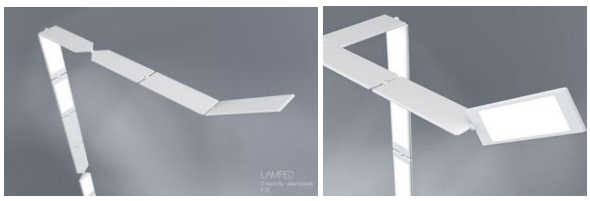
Još jedna praktična primena OLED-a je OLED „sijalica“. Pre svega ima tanak sloj materijala koji obezbeđuje svetlost. Ovde nije u pitanju tačkasti izvor svetlosti, kao što je to slučaj kod LED diode. Postoje OLED sijalice koje su podesivih boja. OLED izvorima svetlosti se dosta posvećuje pažnja i ulaže se u njihov sve interesantniji dizajn.

OLED lampe, ne samo da daju svetlo mnogo sličnije prirodnom, već i ne sadrže nikakve štetne i otrovne materijale kao što je na primer živa koja se nalazi u kompaktnim fluorescentnim sijalicama (CFL-u).

Ove lampe još nisu postale komercijalne i ne proizvode se masovno. Postoji nekoliko kompanija koje intenzivno rade istraživanja u ovoj oblasti. Proizvode se jako male količine i ti uzorci su jako skupi. Koriste se i u profesionalnom osvetljenju. Prvi put su se ovakav panel našao u prodaji 2009. godine i dobio je ime Lumiblade. Ploče su bile različitih dimenzija, oblika i boja. Predviđa se da će OLED biti dostupan svima u roku od 3-5 godina, ali to bi realno moglo da potraje znatno duže, 5-8 godina.

U proizvodnji i dizajnu ovih proizvoda sve više učestvuju i naši inženjeri koji rade u inostranim kompanijama [16]. Jedna od novijih dizajniranih lampi je prikazana na Sl.9, koja je široka 5 cm, a debljina joj je samo 0.5 cm. Ona daje takvu boju svetlosti koja je prijatna za oko i danju i noću. Ovakva lampa se može koristiti prilikom rada, čitanja ili jednostavno prilikom dekoracije i ulepšavanja prostora. Ono što je karakteristično za ovu lampu nove generacije je da može da bude podna, zidna ili viseća. Sastoji se od više ploča i svaka od njih može nezavisno da se pomera oko svoje vertikalne ose levo ili desno za 90°, a na dva mesta postoji mogućnost da se pomera u levo ili desno za 90°. S obzirom da postoji mogućnost da osvetljava i odozgo i sa strane gotovo i da ne postoje senke. Na taj način se postiže prilagodljivost različitim zahtevima.

Takođe treba istaći da uskoro mogu da se očekuju tapeti na kojima se nalaze OLED komponente u koje su inkomporirani OLED izvori svetlosti. To je vrlo atraktivna primena za uređenje enterijera.



Sl. 9. Dizajn najnovijih OLED lampi [16].

V. PREDNOSTI I NEDOSTACI

Postoji mnogo razloga zbog kojih se smatra da će OLED komponente imati izuzetno veliku primenu [8]. Prednosti OLED komponenata su pre svega slojevi od kojih se OLED sastoji, a koji su od organskog materijala ili su plastični, ali svakako nisu kristalni slojevi kao što je slučaj kod LED-a ili LCD-a. Pored toga, ovi slojevi su tanji, lakši i fleksibilniji. Shodno tome, samo OLED paneli mogu da budu fleksibilni, odnosno da podloga bude od plastike a ne od stakla. Pored toga, pošto OLED ne mora da koristi staklo, koje absorbuje određene talasne dužine svetlosti, slika je mnogo bolja i jasnija. Kako su organski slojevi znatno tanji od odgovarajućih neorganskih kristalnih slojeva LED-a, provodni i emisioni deo OLED-a može da bude višeslojan. Osim toga, jako bitna karakteristika je i potrošnja električne energije koja je kod OLED-a veoma mala. Tako kod OLED ekrana nema pozadinskog osvetljenja kao što je to slučaj kod LCD-a, pa je ušteda u energiji i potrošnji velika. Takođe, značajna prednost je i što je moguća proizvodnja dosta velikih panela. Značajna prednost OLED-a je i to što imaju veliki ugao pod kojim se mogu gledati, čak i do 170^{o}.

Međutim, treba napomenuti da postoje i nedostaci OLED tehnologije [8]. Pre svega, kratak životni vek plavog sloja OLED-a predstavlja značajno ograničenje. Njegov životni vek je oko 14 000 radnih sati, dok je životni vek crvenog i zelenog OLED sloja dosta veći, 46 000 do 230 000 radnih sati. Osim toga, proces proizvodnje je i dalje dosta skup, ali masovnijom proizvodnjom, taj problem verovatno može biti prevaziđen. Takođe, bitno ograničenje u primeni predstavlja i to što kontakt sa vodom može značajno i trajno da ošteti OLED, s obzirom da ne postoji nikakva zaštita koja bi to sprečila.

Svakako treba istaći da su očekivanja od OLED komponenata velika, pri čemu su za sada našle primenu u ekranima za mobilne telefone, ekranima za digitalne fotoaparate... Istraživanja u ovoj oblasti se odvijaju jako brzo, pre svega zato što je uočeno da mogu imati primenu u različitim oblasima industrije, a pre svega u automobilskoj. Takođe, veoma važna primena može biti za reklamne panoe, ali i za razne druge kućne i kancelarijske aparate. Predviđa se da će, zbog bržeg odziva, OLED da se koristi za prikazivanje informacija na ekranu praktično u realnom vremenu, gotovo bez ikakvog kašnjenja. Osim toga, postoji mogućnost da OLED promeni način čitanja novina i časopisa. Pošto je OLED savitljiv, novine izrađene na bazi OLED-a posle čitanja mogu lako da se saviju i odlože u torbu. Razvijanje ove tehnologije svakodnevno beleži nove napretke a primena ove tehnologije može imati onoliko koliko kreativni inženjeri i dizajneri mogu da osmisle.

VI. ZAKLJUČAK

S obzirom da je imperativ današnjeg vremena smanjenje potrošnje energije i očuvanje životne sredine sve su izraženiji trendovi u primeni uređaja koji za svoje funkcionisanje zahtevaju manje električne energije. Jedan od veoma efikasnih načina za postizanje ovog cilja može biti i korišćenje OLED komponenata u različitim oblastima a posebno u oblasti proizvodnje veštačkih izvora svetlosti. Pored toga, kako se kod OLED izvora svetlost može da emituje sa veće površine ova veštačka svetlost bi mogla biti sličnija dnevnoj svetlosti i prijatnija za oko. Tako zbog značajnih prednosti OLED komponenata, i pored uočenih nedostataka, sa napretkom tehnologije, primena ovih komponenata će verovatno postati sve šira i dostupnija.

REFERENCE

[1] http://www.lg.com/rs/izjave-za-stampu/lg-oled-tv-revolucija-u-industriji-televizora

[2] D. Ivanović, V. Vučić, *Atomska i nuklearna fizika*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/OLED#History

[4] https://sr.wikipedia.org/sr-el/OLED

[5] D. Ban. S. Han, Z.H. Lu, T. Oogarah, A.J. SpringThorpe, and H.C. Liu, "Near-infrared to Visible Light Optical Upconversion by Direct Tandem Integration of Organic Light-emitting Diode and Inorganic Photodetector", *Appl. Phys. Lett*., 2007, vol. 90, pp. 093108-093110.

[6] S. Han, Y. Yuan, and Z.H. Lu, "Highly Efficient Organic Light-emitting Diodes with Metal/Fullerene Anode", *J. Appl. Phys.*, 2006, vol. 100, pp. 074504-074508.

[7] S. Han, X. Feng, Z.H. Lu, R. Wood, and D. Johnson, "Transparent-cathode for Top-emission Organic Light-emitting Diodes", Canadian Patent: CA2412379; US10/535893

[8] http://www.mycity.rs/Hardware/OLED.html

[9] http://www.ofdesign.net/interior-design/kinetic-oled-lamp-design-floating-silently-in-space-2503

[10] http://blog.mtel.ba/dominacija-zakrivljenih-pametnih-telefona-i-nove-generacije-tv-uredaja-na-ces-u/

[11] https://www.pinterest.com/pin/218495019393598391/

[12] S. Đorić-Veljković, J. Karamarković, "Challanges and Possibilities of Application of Oled Light Sources", *Proc. International conference - Innovation as a Function of Engineering Development (IDE 2011)*, Niš November 2011 (pp. 103-108)

[13] S. Đorić-Veljković, S. Rančić, "Innovative Systems and Installation for Providing of Light Into the Buildings", *Zbornik radova III Naučno-stručnog simpozijuma Instalacije & arhitektura I&A*, Beograd, 8. novembar 2012 (pp. 183-189)

[14] http://www.oled-info.com/oled-technology

[15] http://www.oled-display.net/how-works-the-oled-technology/

[16] http://www.designed.rs/news/lamped_irena_kilibarda

Merenje temperature termistorom uz primenu razvojnog okruženja PSoC4

Nikola Krstić

Sadržaj – Kroz rad su opisane faze u razvijanju sistema koristeći mikrokontroler PSoC. Radi jednostavnosti opisan je princip merenja temperature termistorom. Takođe su prikazani osnovi UART komunikacije koja je upotrebljena za prenos podataka između PC-ja i mikrokontrolera.

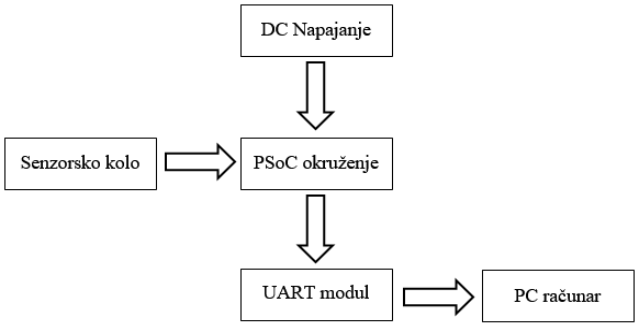
I. UVOD

Prikupljanje i obrada podataka je nešto bez čega je teško zamisliti bilo koju ljudsku delatnost danas.

Temperatura je jedna od najčešće merenih veličina. Shodno tome tehnike merenja temperature se konstantno unapređuju. Jedna od najpopularnijih metoda merenja temperature predstavlja upotrebu termistora. U ovu svrhu je upotrebljen NTC termistor. Princip rada termometra baziranom na termistoru ogleda se u promeni otpornosti otpornog elementa usled promene temperature, o čemu će biti više reči dalje u radu.

Podaci koji se prikupljaju senzorisanjem određene veličine, u ovom slučaju temperature, često nisu pogodni za upotrebu, pa je neophodna dodatna obrada tih podataka kako bi se mogli adekvatno iskoristiti. U tu svrhu je iskorišćen mikrokontroler *PSoC4* (Programable System on Chip) [1] kompanije *Cypress* [2].

Nakon obrade podaci se šalju na računar pomoću UART veze. Uprošćena blok šema ovog uređaja je prikazana na slici 1.



Slika 1. Uprošćena blok šema uređaja

Nikola Krstić je student master studija na modulu Elektronika i mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14a, 18000 Niš, Srbija, E – mail: n.krstic@elfak.rs

II. RAZVOJ SISTEMA

A. *Senzorski blok*

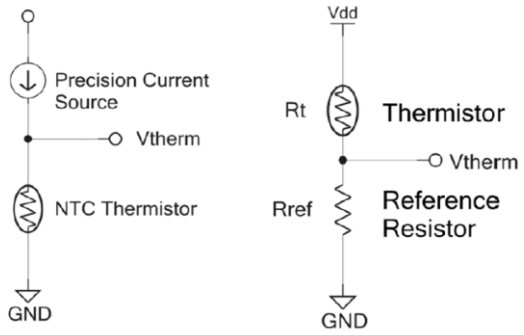
NTC otpornike odlikuje smanjivanje vrednosti otpornosti sa povećanjem temperature, pa otud i naziv NTC (Negative Temperature Coeficient). Stabilniji su u odnosu na PTC otpornike, pa se i češće koriste za ovakve potrebe.

Zavisnost otpornosti od temperature iskazana je Štajnhart – Hartovom jednačinom [3]:

$$\frac{1}{T} = A + B \cdot \ln(R) + C \cdot \ln(R)^3 \qquad (1)$$

gde je R vrednost otpornika na temperaturi T, a A, B i C su Štajnhart – Hartovi koeficijenti koje proizvođač termistora navodi u tehničkoj specifikaciji.

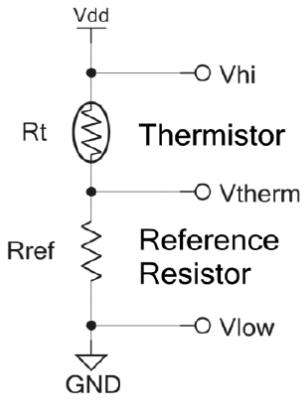
Postoje nekoliko metoda pomoću kojih se može meriti temperatura termistorom. Jedna od njih se svodi na puštanje poznate struje kroz promenjivi otpornik i merenje napona na njegovim krajevima. Na osnovu Omovog zakona trenutna otpornost termistora se jako lako izračunava. Nakon toga se dobijena vrednost otpornosti konvertuje u temperaturu uz pomoć temperaturne krive termistora.



Slika 2. Električna šema za merenje temperature pomoću termistora konstantnim strujnim izvorom (levo) i razdelnikom napona (desno)

Ovakav pristup stvara nekoliko problema. Pre svega potrebno je posedovati izuzetno tačan strujni izvor koji može biti skup i glomazan. Usled puštanja struje može doći do samozagrevanja otpornika što može uneti grešku u merenje. Na kraju naponski odziv termistora direktno će pratiti nelinearnu karakteristiku termistora što nije dobro

rešenje iz aspekta obrade signala. Iz ovih razloga prethodna šema se modifikuje u strukturu naponskog razdelnika. Upotreba ove konfiguracije u velikoj meri rešava problem nelinearne karakteristike termistora kao i pojavu samozagrevanja. Ipak ova metoda iziskuje savršeno uparivanje termistora i referentnog otpornika. Kako je ovo savršeno uparivanje teško dostižno, rešenje je nađeno u upotrebi sledeće konfiguracije.



Slika 3. Električna šema za merenje temperature pomoću termistora metodom tri mernih tačaka

Mereći napone u tačkama kao na slici 3 otpornost termistora se izračunava kao:

$$R_t = R_{ref} \cdot \frac{V_{hi} - V_{therm}}{V_{therm} - V_{low}} \qquad (2)$$

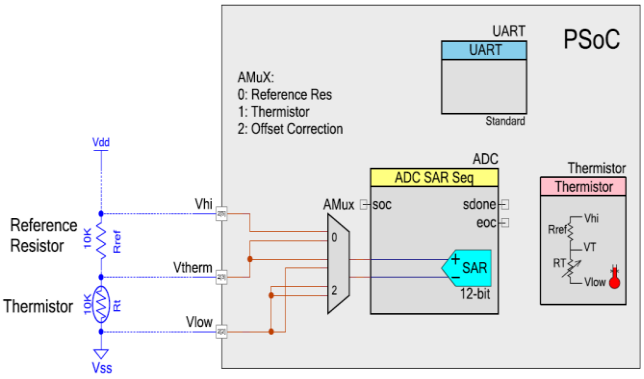
B. *PSoC i PSoC Creator*

Čipovi PSoC4 familije izvršavaju funkcije osnovnih mikrokontrolera, ali i omogućavaju izradu kompletnog analognog sistema u okviru jedinstvenog čipa. Korišćeni model čipa za ovaj projekat je *CY8C4245AXI-483* [4]. Čip dolazi uz razvojni kit *CY8CKIT-042 Pioneer Kit* [5] koji se može videti na slici 4. Razvojni kit je projektovan kako bi omogućio lakše upoznavanje sa Cypress – ovom metodologijom i PSoC4 arhitekturom.



Slika 4. PSoC 4 Pioneer Kit

PSoC Creator predstavlja integrisano razvojno okruženje za proizvode kompanije Cypress. Softver je besplatan i baziran je na Windows operativnom sistemu. Sadrži preko 120 predefinisanih ugrađenih komponenata (među kojima je i UART). Komponente su pisane u Verilogu ili VHDL – u i moguće je definisati sopstvene komponente. Korišćenjem ovog softvera moguće je projektovati hardver pomoću šematskog prikaza kao na slici 5. Integrisan je C kompajler i editor, odnosno programiranje se vrši u programskom jeziku C.



Slika 5. Blokovi iskorišćenih komponenti za merenje temperature

Komponenta Thermistor je softverska komponenta (nema hardverske ulaze i izlaze). Konfiguracija komponente se vrši preko Component Configuration Tool-a unošenjem vrednosti temperature i otpornosti na osnovu kojih se određuju Štajnhart – Hartovi koeficijenti koji se koriste u softverskoj računici.

Signali sa senzorskog bloka se dovode na multiplekser čiji izlazi vode na analogno – digitalni konvertor ADC sa 12 – bitnim SAR registrom. I/O pinovi se biraju u samom programu (slika 6).

Name	Port	Pin	Lock
\UART:tx\	P4[1]	21	☐
Vhi	P2[2]	4	☑
Vlow	P2[5]	7	☑
Vtherm	P2[3]	5	☑

Slika 6. Mapiranje pinova

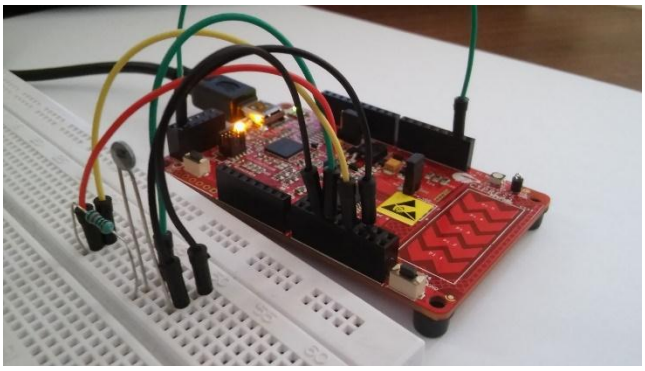
C. *UART komunikacija*

Kod UART komunikacije (Universal Asychronous Receiver/Transmitter) broj uređaja koji komuniciraju jedan sa drugim je ograničen na dva – master i slave. Uređaj koji šalje podatke konvertuje ih iz paralelnih u serijske. Samo se dve žice koriste za komunikaciju. U ovom projektu se koristi jedna, zato što komunikacija nije obostrana, odnosno ne šalju se nikakvi podaci sa PC – a na mikrokontroler. Podaci se prenose asinhrono, što znači da ne postoji *clock* signal da sinhronizuje izlazne bitove transmitter-a i sampling bitove receiver-a. Umesto clock – a, UART modul dodaje na početku i kraju Start/Stop bitove

tako da receiver zna kada da prima podatke. Kada receiver detektuje startni bit, počinje da očitava nailazeće bitove određenom frekvencijom koja se naziva *baud rate*. Baud rate predstavlja brzinu prenosa podataka izraženu u bitovima po sekundi [bps]. Maksimalna dozvoljena razlika u brzini prenosa master i slave komponente ne sme da iznosi više od 10% [6] da ne bi došlo do greške u komunikaciji. Opcionalno u paketu bitova koji se prenosi može da postoji bit parnosti koji služi za detektovanje greške u paketu. Podaci koji se šalju mogu da budu veličine 5 – 8 bita (ukoliko se koristi bit parnosti).

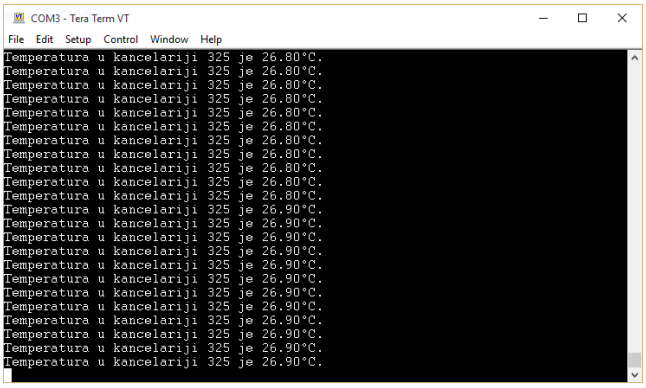
D. Laboratorijski prototip

Podešavanjem komponenata u PSoC Creatoru, mapiranjem pinova i generisanjem .c fajlova uređaj je spreman za prijem, obradu i slanje podataka. Na slici 7 je prikazano okruženje na koje se signali dovode sa protoploče na kojoj se nalaze otpornik i termistor. Komunikacija sa PC – jem se vrši preko USB kabla.



Slika 7. Laboratorijski prototip

Podaci koje prima računar mogu se videti u Windows – ovom Hiperterminalu što je i prikazano na slici 8. Program je napisan tako da se svake sekunde očitava temperatura i da se pored vrednosti temperature, šalje i niz stringova.



Slika 8. Očitani podaci u Hiperterminalu

III. ZAKLJUČAK

U radu su opisani osnovni koraci za razvijanje sistema korišćenjem PSoC mikrokontrolera. Merenje temperature se smatra bazičnim procesom i zbog toga je uzet za demonstriranje rada sa PSoC – om i PSoC Creator – om. Prikazani su osnovi UART komunikacije i kako se može iskoristiti za obradu podataka sa senzora tako da krajnjem korisniku bude jasno šta se očitava.

ZAHVALNICA

Autor rada se zahvaljuje profesorima sa Katedre za Mirkoelektroniku za znanje stečeno tokom studija koje je bilo od neprocenjive važnosti prilikom pisanja ovog rada. Posebne zahvalnice idu profesorki Aneti Prijić u okviru čijeg kursa su rađeni ovakvi sistemi kakav je u ovom radu i profesoru Danković Danijelu i kolegi Marjanović Milošu na razumevanju prilikom pisanja ovog rada.

LITERATURA

[1] [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/file/138656/download
[2] [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/
[3] [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/documentation/application-notes/an66477-psoc-3-psoc-4-and-psoc-5lp-temperature-measurement
[4] [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/part/cy8c4245axi-483
[5] [Online] Dostupno na: http://www.cypress.com/documentation/development-kitsboards/cy8ckit-042-psoc-4-pioneer-kit
[6] [Online] Dostupno na:http://www.circuitbasics.com/basics-uart-communication/