

IEEEESTEC

5th 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: 978-86-6125-073-6

Publisher:

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

Chairman:

Danković Danijel

Vice Chairman:

Vučković Dušan
Todorović Darko

Editors of Proceedings:

Stojadinović Ninoslav
Milovanović Bratislav
Marković Vera
Đorđević S. Goran
Danković Danijel

Secretary:

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

Technical Editor:

Ilijin Sandra

CIP - Каталогизacija y публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.3(082)
004(082)

IEEESTEC Student Project Conference (5th ; 2012 ; Niš)
IEEESTEC 5th Student Project Conference,
[Niš, 2012] / organized by EESTEC LC, Niš ...[et al.] ;
editors Stojadin Ninoslav ... [et al.].
- Niš : Faculty of Electronic Engineering, 2012 (Niš : Unigraf).
- 160 str. : ilustr. ; 30 cm
Radovi na engl. i srp. jeziku. – Tekst štampan dvostubačno.
- Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-6125-073-6

1. Stojadinović, Ninoslav, 1950- [уредник]
2. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Studentski ogranak (Niš)
a) Електротехника - Зборници b) Рачунарство - Зборници
COBISS.SR-ID 194691596

Printed by: “Unigraf”, Niš

Circulation: 100 copies

Reviewers:

1. Boban Veselić
2. Vojkan Davidović
3. Goran Nikolić
4. Goran Miljković
5. Vladimir Stanković
6. Bojan Jovanović
7. Miona Andrejević-Stošović
8. Marko Milojković
9. Vojkan Kostić
10. Vesna Paunović
11. Sanja Aleksić
12. Nikola Nešić
13. Danijel Danković
14. Borisav Jovanović
15. Ljubomir Vračar
16. Vladimir Ćirić
17. Aleksandar Dimitrijević
18. Nikola Davidović
19. Emilija Živanović
20. Marko Dimitrijević
21. Damir Nešić
22. Tatjana Nikolić
23. Saša Dević
24. Zlatica Marinković
25. Mirjana Perić
26. Milica Rančić
27. Aleksandar Stanimirović
28. Valentina Nejković
29. Marija Milijić
30. Saša Nikolić
31. Nenad Milošević
32. Dušan Vučković
33. Milica Jovanović
34. Aleksandar Milosavljević
35. Bratislav Predić
36. Branislav Randelović
37. Miroslav Božić
38. Miloš Marjanović

Secretary:

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

Table of contents:

1.	Elektronski sistem za samobalansiranje robota korišćenjem akcelometra	1
2.	Merenje temperature pomoću diode i PSoC čipa	5
3.	Identifikacija Funkcije Prenosa Step Motora Robota Guseničara.....	9
4.	Analiza uticaja aktivatora na kinetičku metodu za određivanje mikrokoličina vanadijuma (V)	13
5.	Realization of a Current Integrating Picoampermeter.....	17
6.	Primena proširene stvarnosti i Android tehnologije u arheološkom parku Medijana.....	21
7.	Automatizacija procesa sušenja pomoću PLC Twido Schneider Electric sa vizuelizacijom korišćenjem panela Magelis.....	25
8.	PSoC signal generator.....	29
9.	Propeler sat sa LED diodama	35
10.	Mapiranje i lokalizacija radnog prostora robota senzorima kratkog dometa	39
11.	Percepcija robotskog okruženja - Fuzija senzorskih podataka.....	43
12.	Hardverska arhitektura mobilnog robota.....	47
13.	Praćenje oka u interakciji čovek-automobil.....	51
14.	Optimizacija iscrtavanja 3D scene.....	55
15.	Realizacija indikatora ugla obrtanja pomoću akcelometra.....	59
16.	Ispitivanje sigurnosti web sajtova pomoću Acunetix skenera.....	63
17.	Algoritmi traženja na primeru igre X-O.....	67
18.	Makrodiverziti prijem u prisustvu Nakagami-m fedinga i korelisane Gama senke.....	71
19.	Design of Photonic Microring-Resonator Based Wavelength Selective 1 x N Power Splitters.....	75
20.	Detekcija pošiljke u poštanskom sandučetu mikrokontrolerom PIC12F629.....	83
21.	Aqua-Comp (kompjuter u akvarijumu).....	87
22.	Savremeno poštansko sanduče.....	89
23.	Primena razvojnog sistema TMS320C2000 za upravljanje motorima pomoću vektorske kontrole.....	93
24.	Realizacija igre Missile Invader na LED matrici pomoću PIC mikrokontrolera.....	97
25.	Život i studije u Norveškoj.....	103
26.	Softverska podrška centrima za transfer tehnologija u analizi podataka.....	109
27.	Bioničke ruke.....	113
28.	“Astronomy from an armchair”.....	117
29.	Razvojni modul za laboratorijske vežbe iz predmeta digitalna mikroelektronika.....	121
30.	Automat za elektronsku bravu.....	125
31.	Projektovanje mikrotalasnih tranzistorskih oscilatora korišćenjem programskog paketa ADS.....	129
32.	Muscle Stimulator Unit.....	133
33.	Multiplayer aplikacija za smart TV kontrolisana pokretom ruke.....	137
34.	Sistem On Line glasanja za izbor najboljeg rada na IEEEESTEC konferenciji.....	145
35.	Časovnik sa niksi cevima.....	149
36.	Studiranje na danskom tehničkom fakultetu iz ugla studenta doktorskih studija.....	153
37.	MathForKids - edukativni softver za bada i Android OS.....	157

Elektronski sistem za samobalansiranje robota korišćenjem akcelometra

M. Đorđević, M. Savić, A. Vulović

Sadržaj – U ovom radu je prikazano korišćenje akcelometra koji je iskorišćen za samobalansiranje robota, tj. održavanje istog u normalnom položaju. Drugim rečima, robot uspomoć datog akcelometra poseduje nultu tačku, što znači da ne postoji kretanje ni napred ni nazad, već stajanje u uspravnom položaju.

I. UVOD

Mnogi uređaji zahtevaju uspravni – normalni položaj za rad. Jedan od primera je i vozilo koje se koristi na aerodromima za prevoz robe ili putnika (slika 1.). Na osnovu toga se zasniva i ideja ovog rada. Za izradu je iskorišćen akcelometar ADXL325 [1], koji ima tri ose u kojima prati ubrzanje tj. pomeranje. Takođe iskorišćen je i elektromotor za pokretanje točkova samog robota. Robot se održava u normalnom položaju, a svakim pomeranjem celog sistema napred ili nazad, deluje protiv reakcija, koja okreće točkove robota nazad ili, napred zavisno od toga da li se robot naginje napred ili nazad.

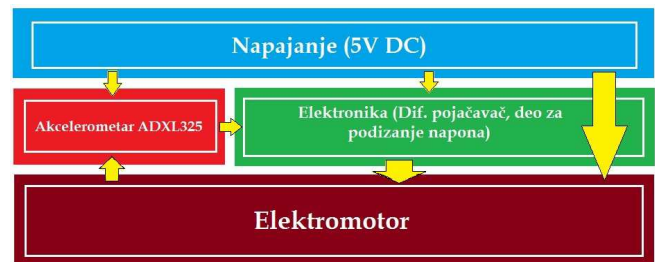


Slika 1. Vozilo na aerodromima

M. Đorđević, M. Savić, A. Vulović su studenti sa smeru Mikroelektronika i Mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

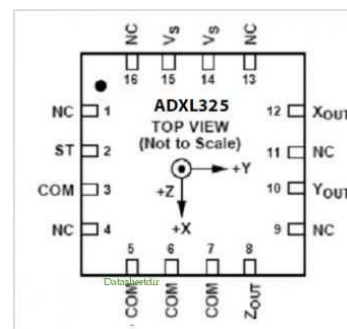
II. PRINCIP RADA SISTEMA

Blok dijagram celog sistema je dat na slici 2.

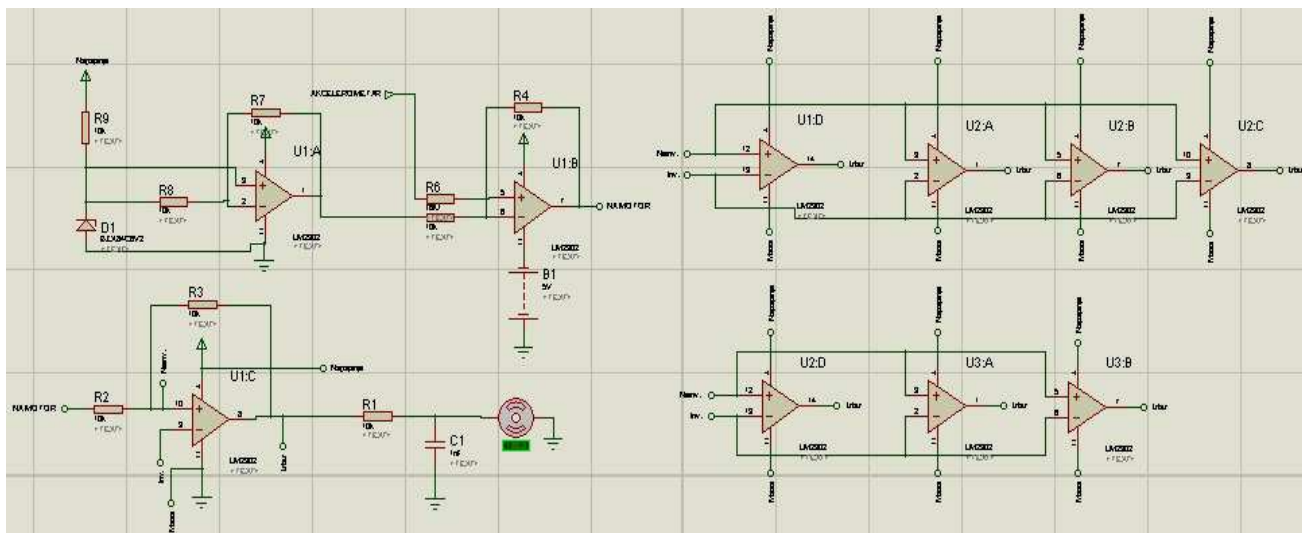


Slika 2. Blok dijagram sistema

Za napajanje sistema je korišćen izvor referentnog napona, a vrednosti komponenata su odabrane tako da bi dale 1.5 V DC napona, za rad diferencijalnog pojačavača. Diferencijalni pojačavač je upotrebljen kako bi se vršilo upoređivanje vrednosti napona sa akcelometra (pozitivni i negativni napon), pa je napajanje diferencijalnog pojačavača izvedeno kao „dual supply“ tj. dvostruko napajanje. Zavisno od strane na koju je nagnut akcelometar, suprotno od te strane će se motor okretati, tj. vraćaće ceo sistem u normalni položaj. Pinout akcelometra je predstavljen na slici 3.



Slika 3. Pinout akcelometra

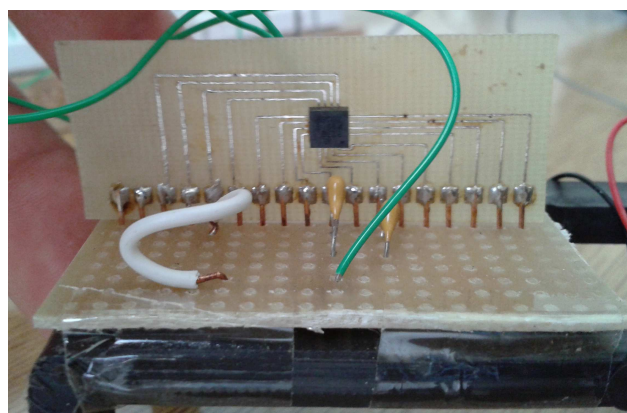


Slika 4. Šema celog sistema

Kako se sa akcelerometra dobija nedovoljna struja od 200 μA , bilo je neophodno dovesti veću struju na motor, kako bi ga pokrenuli. Prilikom probe samog motora bez opterećenja bilo je dovoljno 50 mA za njegovo pokretanje, ali sa opterećenjem je to bilo premalo. Zbog toga su iskorišćena dva integrisana kola LM2902N [2], gde je svih osam operacionih pojačavača vezani paralelno, kako bismo dobili struju od 200 mA za pokretanje motora pod opterećenjem.

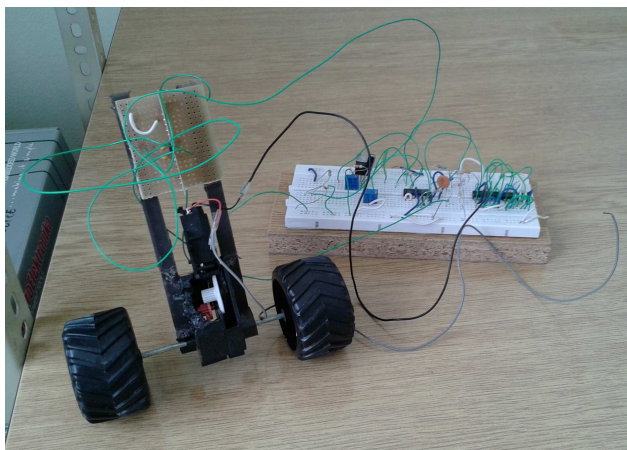
III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Praktična realizacija ovog sistema se može videti na slici 5.

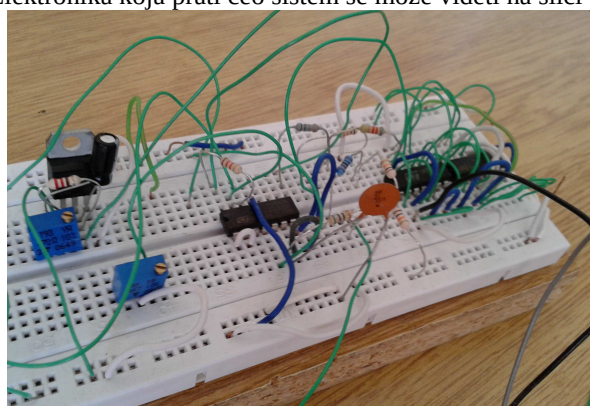


Slika 6. Akcelerometar realizovan na protoploči

Na sliki 6. se može videti korišćeni akcelorometar. Elektronika koja prati ceo sistem se može videti na sliki 7.

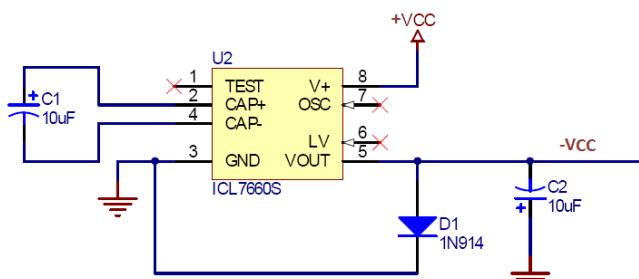


Slika 5. Praktična realizacija robota



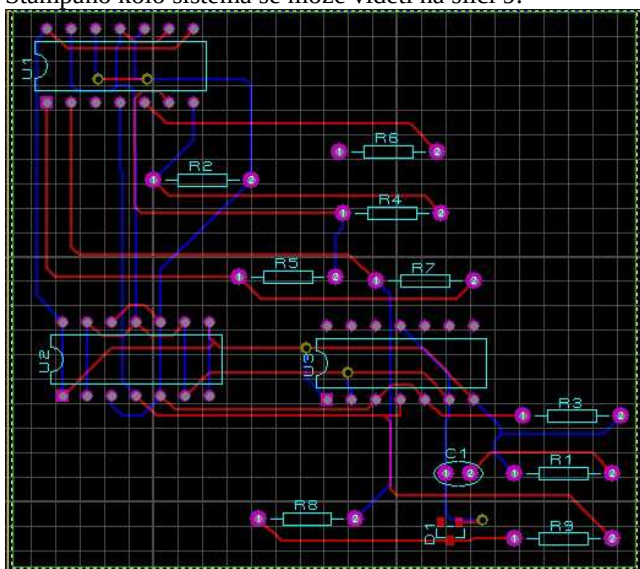
Slika 7. Elektronika celog sistema

Na slici 7. gde je predstavljena elektronika celog sistema, mogu se videti svi blokovi (s leva nadesno), počevši od bloka koji je zadužen za invertovanje napona napajanja, zatim diferencijalnog pojačavača i na kraju blok zadužen za obezbeđivanje potrebne struje za pokretanje motora. Blok za invertovanje je izveden pomoću kola za invertovanje ICL7660S [3]. Šema invertora je data na slici 8.



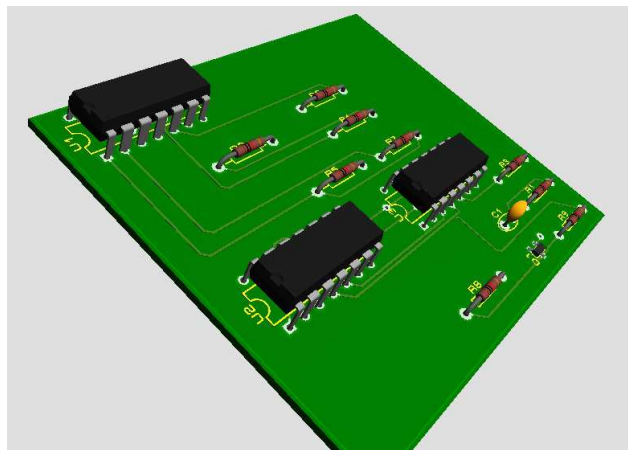
Slika 8. Invertor napona

Štampano kolo sistema se može videti na slici 9.



Slika 9. Štampano kolo

Štampano kolo, kao i šema celog sistema su rađeni u programu ARES [4], odnosno ISIS [5], iz programskog paketa Proteus [6]. Izgled štampane ploče u 3D obliku je dat na slici 10.



Slika 10. 3D oblik štampane ploče

IV. ZAKLJUČAK

Akcelerometar ADXL325 se može koristiti za razne detekcije ubrzanja tj. u ovom slučaju za detektovanje nagiba. Upotrebom diferencijalnog pojačavača vršeno je upoređivanje napona sa akcelerometra koji je bio u opsegu od $156 \div 194 \text{ mV/g}$, koji je dalje bio pojačavan i nakon toga upoređivan sa naponom od 1.5 V DC sa diferencijalnog pojačavača. Razlika bi uticala na smer okretanja motora, zavisno od strane nagiba akcelerometra.

ZAHVALNICA

Projekat je rađen u okviru predmeta Projektovanje Mikrosistema (sedmi semestar za studente sa smerom Mikroelektronika i Mikrosistemi). Zahvaljujemo se predmetnom nastavniku doc. dr Aneti Prijić na pruženoj nesebičnoj pomoći i stručnim savetima.

LITERATURA

- [1] <http://freedatasheets.com/datasheet-download/f09c82368cc65c87ef1ac3d15ac2d905/ADXL325>
- [2] http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/2/9/LM2902.shtml
- [3] http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/I/C/L/7/ICL7660.shtml
- [4] <http://www.labcenter.com/products/pcblayout.cfm>
- [5] <http://www.labcenter.com/products/schematic.cfm>
- [6] <http://www.labcenter.com/index.cfm>

Merenje temperature pomoću diode i PSoC čipa

M. Đorđević, A. Ilić, G. Spasić, S. Spasić, V. Pantović

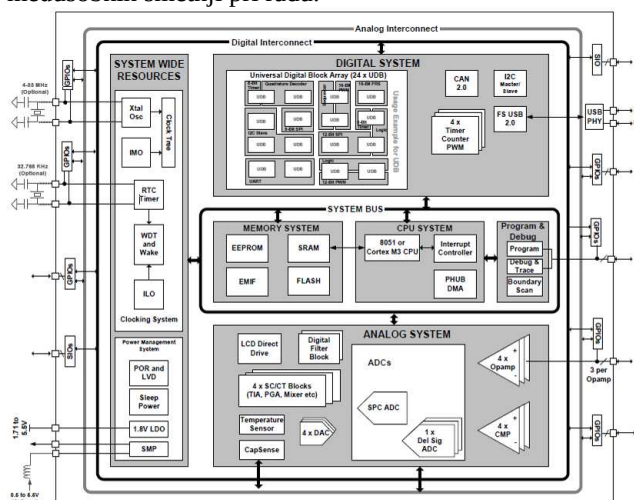
Sadržaj – U ovom radu je prikazano korišćenje (Programmable System on Chip) PSoC3 čipa za merenje temperature okoline korišćenjem diode. Takođe, u radu se mogu videti i modifikacije kôda programa koje doprinose poboljšanoj vizuelizaciji rada sistema.

I. UVOD

Radna temperatura tj. temperatura okoline je vrlo bitan (u nekim slučajevima i kritičan) parametar mnogih savremenih elektronskih sistema. Temperaturni opseg pozdanog rada većine komercijalnih integrisanih kola je od 0 °C do +50 °C. Čipovi namenjeni vojnoj industriji mogu se smatrati pouzdanim na temperaturama od -20 °C do +70 °C. Merenje temperature je, prema tome, realna potreba. U specijalnim slučajevima potrebno je da ovo merenje bude vrlo precizno. U ovom radu je PSoC3 čip [1] iskorišćen za precizno merenje temperature korišćenjem diode. Pored osnovnog merenja temperature izvršena je modifikacija koda programa, kako bi se predstavila vrednost temperature u K ili °C i pomoću LED dioda vizuelno prikazao nivo zagrejanosti prostorije u kojoj je vršeno merenje.

II. PRINCIP RADA SISTEMA

Blok dijagram PSoC3 mikrokontrolera koji predstavlja osnovni deo sistema za merenje temperature je dat na slici 1. PSoC arhitektura se sastoji od centralnog, analognog, digitalnog i podsistema opšte namene koji međusobno komuniciraju preko sistemske magistrale. Digitalni i analogni delovi su odvojeni kako ne bi došlo do međusobnih smetnji pri radu.

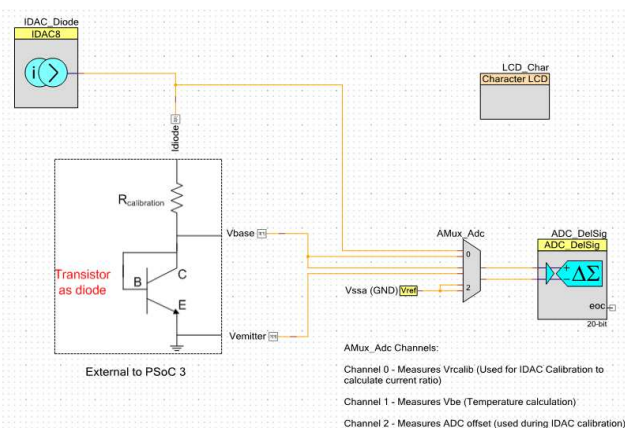


Slika 1. Blok dijagram PSoC3 sistema

M. Đorđević, A. Ilić, G. Spasić, S. Spasić, V. Pantović su studenti sa smjera Mikroelektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

Centralni sistem sadrži 8-bitni CPU 8051 [2] koji radi na frekvencijama do 67 MHz i 3 osnovna tipa memorije (RAM, EEPROM i FLASH). Sa okolinom podsistemi čipa komuniciraju preko pinova opšte namene (GPIO), specijalnih pinova (SIO) i USB pinova.

Analogni deo arhitekture omogućava precizno merenje temperature. Kao senzor temperature iskorišćen je bazno emitorski spoj bipolarnog tranzistora opšte namene koji ima ulogu diode jer su baza i kolektor kratkospojeni. Kroz ovakvu diodu se iz IDAC-a (strujnog digitalno-analognog konvertora) PSoC-a „guraju“ dve vrednosti struje - I_1 i I_2 . Za dve vrednosti struje postoje dve različite vrednosti napona između baze i emitora - V_1 i V_2 . Ovaj napon se preko multipleksera dovodi na VADC (naponski analogno-digitalni pretvarač) PSoC-a koji meri vrednosti V_1 i V_2 , a na osnovu njih se vrši proračun temperature. Na slici 2. je data šema osnovnih komponenti PSoC-a i spoljašnjih komponenti neophodnih za merenje temperature.



Slika 2. Šema sistema za merenje temperature

Jednačinom:

$$T(K) = (V_2 - V_1) \cdot \frac{q}{\ln(N)k\eta} = c \cdot \Delta V, \quad (1)$$

gde je q -elementarno naelektrisanje, k -Boltzmanova konstanta i η -faktor idealnosti diode odnosno B-E spoja (u projektu je uzeto 1,006), N -odnos dveju struja IDAC-a izračunava se temperatura sredine u kojoj se dioda nalazi.

Za precizno određivanje odnosa struja IDAC-a ($N = I_2/I_1$) uveden je kalibracioni otpornik. Odnos napona na kalibracionom otporniku daje odnos struja IDAC-a. Ova kalibracija uklanja grešku zbog IDAC ofseta, odnosno nelinearnost pri merenju temperature. Korišćenjem visoke

rezolucije 20-bitni Δ - Σ ADC, strujni odnos N može da bude veoma precizno izračunat.

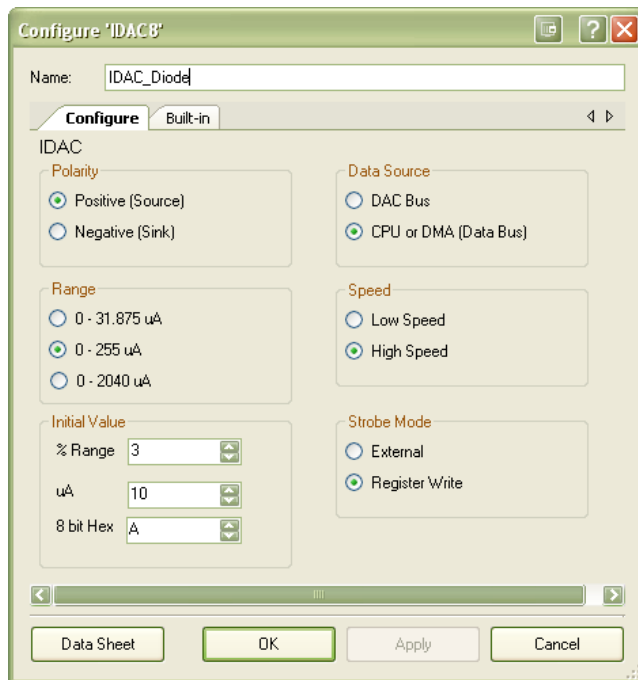
Analogni multiplekser u PSoC kreatoru se koristi za multipleksiranje ulaza u VADC-a tako da se izlaz iz njega koristi za IDAC kalibraciju, za proračun temperature i izračunavanje ADC ofseta.

Obračun ADC ofseta se vrši kratkospajanjem unutrašnje analogne mase (VSSA) na dva ulaza ADC-a i merenjem ADC izlaza. Ova ispravka ofseta se koristi dok se vrši kalibracija IDAC-a da precizno izmeri odnos struja.

III. KONFIGURISANJE KOMPONENTI

IDAC konfiguracija

IDAC konfiguraciona podešavanja su prikazana na slici 3. IDAC je konfigurisan da daje pozitivnu struju (izvor), i IDAC registar podataka se ažurira od strane CPU-a. Dve struje I_1 i I_2 kojima se napaja dioda su 10 mA i 200 mA, respektivno čime se za odnos struja dobija $N=20$. Za struju u ovom opsegu, grejanje same diode je takođe svedeno na minimum, i njegov uticaj na merenje temperature može se zanemariti bez ugrožavanja tačnosti izmerene temperature. Zadavanje vrednosti struja IDAC-a vrši se softverski pozivom IDAC_SetValue API funkcije. IDAC je konfigurisan za velike brzine tako da izlazna struja ima očekivane vrednosti i pri brzim uzorkovanjima.

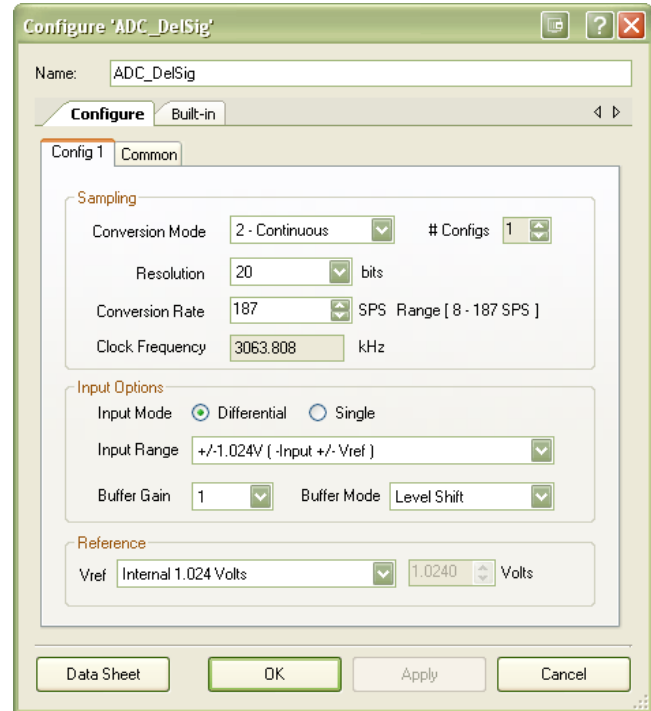


Slika 3. Konfigurisanje IDAC-a

ADC Konfiguracija

Delta Sigma (Δ - Σ) ADC konfiguraciona podešavanja su prikazana na slici 4. Ako je za merenje temperature neophodna rezolucija od 0,1°C, na osnovu

jednačine (1), se dobija da je neophodna rezolucija merenja napona od oko 25 μ V. Takođe, napon vodjenja diode bi trebalo da bude između 0,5 - 1 V za ceo opseg radne temperature diode. U +/- 1.024 V opsegu, PSoC3 20-bitni ADC ima rezoluciju od 2 μ V. Na osnovu toga se konfigurisanje ADC-a u 20-bitnom režimu i ulaznog opsega od +/- 1.024 V smatra zadovoljavajućim. Inače za 0,1 °C rezolucije, se zahteva najmanje 17-bitna rezolucija VADC-a.



Slika 4. ADC Konfiguracija

Mod konverzije je "kontinualni" jer se ADC konverzija zaustavlja svaki put nakon obavljene konverzije i restartuje za nove operacije. Parametar "Broj Konfiguracije" postavljen na '1', jer ADC u ovom projektu meri samo temperaturu. ADC je konfigurisan u diferencijalnom ulaznom modu i ulazi u ADC su izvodi baze i emitora tranzistora povezanog kao dioda. Referentni napon ADC-a je interni napon od 1.024V.

Rezultati merenja temperature se prikazuju na LCD displeju kao na slici 5.

Kod programa osnovnog projekta:

```
/* =====
 *
 *
 * =====
 */
#include <device.h>
#include <Button_Pin.h>

#include <stdio.h>
/*
*/
```

```
#include "Diode_WithCalibration.h"
void main()
{
    char str[7]; /*
    */
    float temperature;

    CYGlobalIntEnable;

    InitializeDiodeMeasurement();

    /* Initialize and Start the LCD */
    LCD_Char_Start();
    LCD_Char_Position(0,0);
    LCD_Char_PrintString("Temperature");

    for(;;)
    {
        /* Get the diode temperature */
        temperature = GetDiodeTemperature();

        /*
        */

        sprintf(str, "%.1f", temperature);
        LCD_Char_Position(1,0);
        LCD_Char_PrintString(str);
    }
}

/* [] END OF FILE */
```



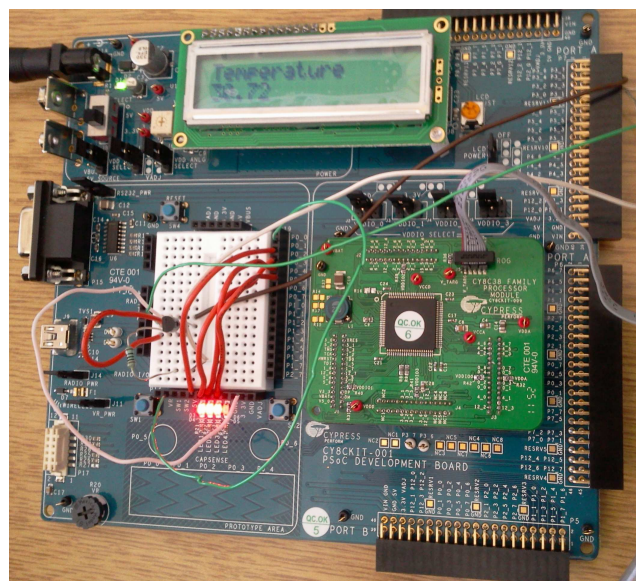
Slika 5. Izmerena temperatura prikazana na LCD displeju

V. MODIFIKACIJA KODA PROGRAMA

Kao što je gore navedeno, izvršena je modifikacija koda projekta, kako bi se vršilo merenje temperature u K i vizuelni prikaz nivoa temperature u prostoriji u kojoj je vršeno merenje. Na osnovnoj šemi sistema su dodata 4 pina za LED diode, koje služe za vizuelizaciju. Takođe je dodat i pin za taster, čijim aktiviranjem se na LCD ekranu dobija informacija o temperaturi u K. Izgled povezanih komponenti na razvojnom okruženju PSoC-a je dat na slici 6.

U kodu programa je dodat deo gde se ispituje stanje tastera za odabir prikaza temperature. Nakon toga je ubačen deo koda kojim se konfigurišu LED diode, koje će svetleti zavisno koliko je stepeni u prostoriji. U našem slučaju LED diode neće svetleti dok temperatura ne pređe

21°C (odnosno 294 K), čim temperature pređe 21°C (294 K) zasvetleće jedna LED dioda. Kada temperature pređe 25°C (298 K) zasvetleće druga LED dioda, povećanjem temperature preko 29°C (302 K) zasvetleće treća LED dioda (slika 7.) i na kraju preko 33°C (306 K) zasvetleće i četvrta LED dioda.



Slika 6. Okruženje PSoC-a i realizovani projekat

Kod programa koji je modifikovan je:

```
/* =====
 *
 * =====
 */
#include <device.h>
#include <Button_Pin.h>

/*
 */
#include <stdio.h>
/*
 */
#include "Diode_WithCalibration.h"
static uint8 ButtonPressed = 0U;
void main()
{
    char str[7]; /*
    */
    float temperature;
    uint8 flag = 0;
    CYGlobalIntEnable; /*

    InitializeDiodeMeasurement();

    /* Initialize and Start the LCD */
    LCD_Char_Start();
    LCD_Char_Position(0,0);
    LCD_Char_PrintString("Temperature");

    for(;;)
    {
        /* Get the diode temperature */
```

```

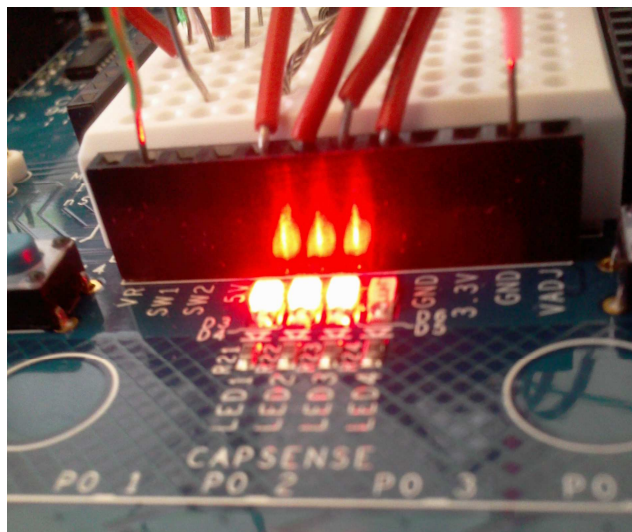
        temperature = GetDiodeTemperature();
//
        if (Button_Pin_Read())
        {
            flag = 0;
        }
        else
        {
            temperature = temperature + 273;
//Temperature in degree Centigrade
            flag = 1;
        }
        if (!flag)
        {
            LED_Pin1_Write(0U);
            LED_Pin2_Write(0U);
            LED_Pin3_Write(0U);
            LED_Pin4_Write(0U);
        if (temperature > 21)
        {
            LED_Pin1_Write(1U);
        }
        if (temperature > 25)
        {
            LED_Pin2_Write(1U);
        }
        if (temperature > 29)
        {
            LED_Pin3_Write(1U);
        }
        if (temperature > 33)
        {
            LED_Pin4_Write(1U);
        }
        }
        else
        {
            LED_Pin1_Write(0U);
            LED_Pin2_Write(0U);
            LED_Pin3_Write(0U);
            LED_Pin4_Write(0U);
        if (temperature > 294)
        {
            LED_Pin1_Write(1U);
        }
        if (temperature > 298)
        {
            LED_Pin2_Write(1U);
        }
        if (temperature > 302)
        {
            LED_Pin3_Write(1U);
        }
        if (temperature > 306)
        {
            LED_Pin4_Write(1U);
        }
        }
        }
//
        sprintf(str, "%.1f", temperature);
        LCD_Char_Position(1,0);
        LCD_Char_PrintString(str);
    }
}

```

```

/* [] END OF FILE */

```



Slika 7. Svetle tri LED diode (> 29°C)

VI. ZAKLJUČAK

PSoC3 mikrokontroler pruža mogućnosti za realizaciju raznih sistema koje nije moguće izvršiti drugim mikrokontrolera. U ovom radu se vidi jedna od mogućih realizacija. Merenje temperature je izvršeno veoma precizno zahvaljujući preciznoj analognoj arhitekturi PSoC-a. Takođe je na istom okruženju na kome se nalazi PSoC 3 izvršena i vizuelizacija, tj. predstavljen nivo temperature u prostoriji u kojoj je vršeno merenje temperature.

ZAHVALNICA

Projekat je rađen u okviru predmeta Integrisani Mikrosistemi (osmi semestar za studente sa smera Mikroelektronika i Mikrosistemi). Zahvaljujemo se predmetnom nastavniku doc. dr Aneti Prijić na pruženoj nesebičnoj pomoći i stručnim savetima.

LITERATURA

- [1] <http://www.cypress.com/?id=2232>
- [2] <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=8051>

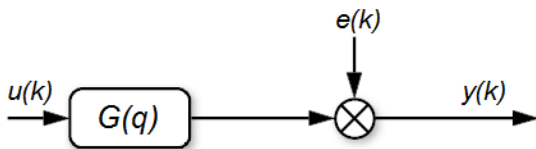
Identifikacija Funkcije Prenosa Step Motora Robota Guseničara

J. Milošević

Sadržaj - Cilj rada je nalaženje deo po deo funkcije prenosa dva neusaglašena step motora koji služe za pokretanja gusenica robota. Kao model sistema pretpostavlja se ARMA-model. Merenja su izvršena očitavanjem sa enkodera i zabeležena u fajl. Robot se kontroliše preko mikrokontrolera. Kao ulaz sistema koristi se povorka pravougaonih impulsa promenljivog trajanja (PWM) pomoću koje određujemo broj obrtaja gusenica u jedinici vremena. Mereni parametri su uvršćeni u pomenuti model. Korišćenjem parametarske identifikacije uz pomoć programskog paketa MATLAB izvršena su testiranja za modele prvog i drugog reda. Pokazalo se da se modeli prvog i drugog reda poklapaju. Dobijeni koeficijenti su izloženi u tabelama. Kao verifikacija ispravnosti modela priloženi su i simultani grafički prikazi aproksimacije i stvarne funkcije izlaza sistema.

I. UVOD

Pri modeliranju nekog procesa želja nam je da prirodne i tehničke procese predstavimo matematičkim modelom u svrhu lakše manipulacije tim procesima. U daljem tekstu ćemo izložiti jedan od načina parametarske identifikacije sistema korišćenjem ARMA modela (sl.1).



Sl.1 Shematska predstava ARMA metode

Pod pojmom parametarske identifikacije podrazumeva se procena konačnog broja nepoznatih parametara u unapred usvojenoj strukturi modela sistema. Kod ARMA modela veza između ulaza i izlaza data je sa:

$$y(n) = \frac{B(q)}{A(q)} u(n) + e(n) \quad (1)$$

gde su polinomi $A(q)$ i $B(q)$:

$$A(q) = 1 + a_1 q^{-1} + a_2 q^{-2} + \dots + a_{na} q^{-na} \quad (2)$$

J.Milošević is with the Department of Signals and Systems, Faculty of Electronic Engineering, University of Belgrade, bul. Kralja Aleksandra 73, 11120 Belgrade, Serbia, E-mail: jezdirmilosevic@gmail.com

$$B(q) = b_0 + b_1 q^{-1} + b_2 q^{-2} + \dots + b_{nb} q^{-nb} \quad (3)$$

a promenljiva q data je kao operator jediničnog kašnjenja odnosno važi:

$$y(N - n) = q^{-n} y(N) \quad (4)$$

Tada možemo napisati vezu između ulaza i izlaza u razvijenom obliku, odnosno u formi diferencne jednačine čiji je red određen redom polinoma $A(q)$.

$$y(n) + a_1 y(n-1) + \dots + a_{na} y(n-na) = b_0 u(n) + b_1 u(n-1) + \dots + b_{nb} u(n-nb) + e(n) + a_1 e(n-1) + \dots + a_{na} e(n-na) \quad (5)$$

Cilj nam je da odredimo model sistema koji će na osnovu ulaza $u(t)$ dati izmereni izlaz $y(t)$. Međutim pošto je $y(t)$ zašumljeno merenje procenjeni model daće na izlazu $y^M(t)$ koje u opštem slučaju odstupa od stvarnih rezultata. Naravno želimo naći model koji je najpribližni stvarnom modelu, a merilo kvaliteta biće srednje kvadratno odstupanje:

$$J = \sum_{k=0}^N [y(n-k) - y^M(n-k)]^2 \quad (6)$$

Gde je N broj dostupnih merenja.

Minimizacijom ovog kriterijuma dobijen je uslov:

$$\hat{\pi} = [S^T S]^{-1} S^T Y \quad (7)$$

Gde su matrice $\hat{\pi}$, S i Y redom:

$$\hat{\pi}^T = [b_0 \quad \dots \quad b_{nb} \quad a_1 \quad \dots \quad a_{na}] \quad (8)$$

$$S = S(N, n) = \begin{bmatrix} \varphi^T(N) \\ \vdots \\ \varphi^T(N - n + 1) \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Y}(N, n) = \begin{bmatrix} y(N) \\ \vdots \\ y(N - n + 1) \end{bmatrix} \quad (10)$$

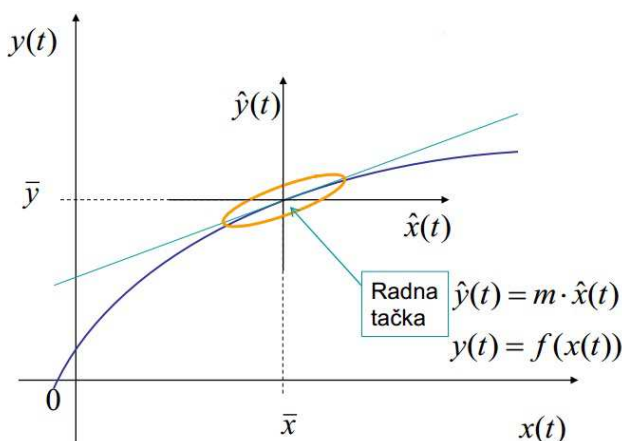
, a φ je matrica:

$$\varphi(n) = \begin{bmatrix} u(n) \\ \dots \\ u(n - nb) \\ -y(n - 1) \\ \dots \\ -y(n - na) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Svaku od matrica S, Y i φ formiramo na osnovu merenih vrednosti ulaza i izlaza i njihovim uvrštavanjem u uslov (7) dobijamo matricu $\hat{\pi}$ koja u sebi sadrži koeficijente polinoma koje tražimo. Pomoću tih koeficijenata i koristeći diferentnu jednačinu (5) možemo naći aproksimaciju naše funkcije i grafički uporediti sa pravom funkcijom radi provere ispravnosti metoda.

II. LINEARIZACIJA

S obzirom da je naš problem nelinearan, a poznato je da se funkcija prenosa definiše za linearne vremenski invarijantne sisteme, tada moramo opseg na kome tražimo funkciju prenosa izdeliti na podintervale, koji su dovoljno mali da bi problem na njima smatrali linearnim. U svakom od intervala biramo radnu tačku oko koje vršimo linearizaciju (sl.2).



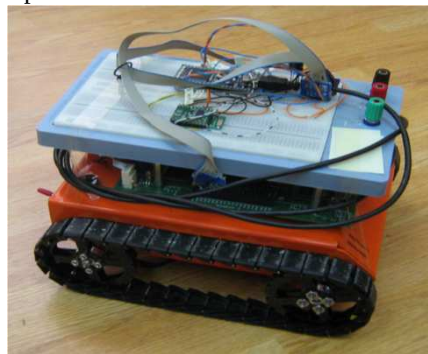
Sl 2. Način izbora radne tačke

Radna tačka treba da bude na sredini intervala koji posmatramo, a njena okolina treba da bude takva da je

greška odstupanja posmatrane funkcije i linearne funkcije dovoljno mala. Postupak koji treba da sledimo pri traženju funkcije prenosa na nekom od intervala sastojeće se od traženja povoljnih intervala. Intervali koji su dovoljno mali da bi našu originalnu funkciju predstavili linearnim modelom. Nalaženja radne tačke u svakom od njih podrazumeva usrednjavanje rezultata merenja ulaza i izlaza za taj interval. Zatim traženja funkcije prenosa za funkciju koja je dobijena kao razlika originalne funkcije i njene srednje vrednosti.

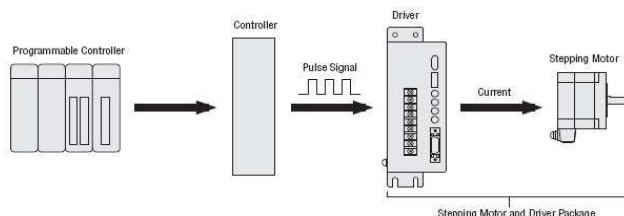
III. OPIS POSMATRANOG SISTEMA I PROCES MERENJA

Merenja brzine obrtanja step elektromotora su vršena enkoderom na robotu (sl.3). Elektromotori pokreću gusenice pomoću kojih se robot kreće. Ova dva step motora nisu identična i rade neusklađeno. Da bi se obezbedilo pravilno kretanje robota, moramo izvršiti modeliranje procesa i identifikaciju funkcije prenosa elektromotora. Kod ovog tipa motora jedan dovedeni impuls uzrokuje pomeranje za jedan korak čija veličina u stepenima zavisi od vrste step motora.



Sl.3 Izgled robota

Robotom, odnosno motorima, upravlja se programom, koji se preko USB-a prebacuje na memoriju mikrokontrolera robota (sl.4). Program se automatski izvršava pri uključivanju robota. Ulaz predstavlja povorka pravougaonih impulsa različitog trajanja, PWM (Pulse Width Modulation), koja određuje koliko brzo će se zupčanici obrtati. Parametri te povorka se podešavaju u programu. Izlaz predstavlja broj zareza koje enkoder očitava, a znajući broj podeoka koje zupčanici imaju možemo lako doći do broja obrtaja i brzine kretanja robota.



Sl.4 Shematski prikaz upravljanja step motorom

Perioda odabiranja je 0.1 s. Izvršili smo merenja za prelaz sa 20% na 30% procenata periode PWM-a, pa sa 30% na 40% i dalje do 50% na 60% procenata periode PWM-a. Prelazi su radjeni isključivo sa 10%, uz pretpostavku da je taj pomeraj dovoljno mali i da će aproksimacija linearnim modelom biti zadovoljavajuća u okolini te radne tačke. Informacije o merenjima su potom sa memorije robota prebačene na računar i dovedene kao ulaz programa za identifikaciju ARMA sistema. Programu za identifikaciju su realizovani u programskom okruženju MATLAB. Prilikom obrade primećena su gruba odstupanja koja su posledica greške očitavanja enkodera, ali ona su odstranjena korišćenjem Median filtra da ne bi uticali na ispravnost rezultata.

IV. REZULTATI

Pošto ne znamo kog je reda naš sistem, polazimo od najjednostavnije pretpostavke, da je naš sistem prvog reda, odnosno da je opisan diferencnom jednačinom prvog reda. Ovo znači da je za polinom $A(q)$ usvojeno da ima koeficijente jednake nuli počev od a_2 , a za polinom $B(q)$ uzimamo da ima koeficijente jednake 0 počev od b_2 . Izvršavanje programa je dalo sledeće rezultate za koeficijentekoji su prikazani u tabelama 1 i 2:

TABELA I. KOEFICIJENTI POLINOMA $A(q)$ I $B(q)$ ZA MODEL PRVOG REDA PRVOG MOTORA PRI RAZLIČITIM PROCENTIMA

	20-30%	30-40%	40 -50%	50-60%
a_1	-0.7221	-0.6620	-0.5707	-0.6711
b_0	177.2137	103.0376	91.7191	41.2838
b_1	188.8943	160.8839	108.6680	73.7094

TABELA II. KOEFICIJENTI ZA MODEL PRVOG REDA DRUGOG MOTORA PRI RAZLIČITIM PROCENTIMA PWM-A

	20-30%	30-40%	40 -50%	50-60%
a_1	-0.7243	-0.6422	-0.5890	- 0.6053
b_0	103.4161	91.7638	71.0998	48.9670
b_1	146.4002	94.3880	63.8774	42.7033

Iako se ova pretpostavka pokazala dosta uspešno prilikom provere što ne isključuje mogućnost da neki drugi model opisuje sistem bolje. Sad pretpostavljamo model drugog reda. Usvajamo da polinom $A(q)$ ima koeficijente jednake nuli počev od a_3 , a za polinom $B(q)$ uzeto je da ima koeficijente jednake 0 počev od b_3 . Rezultati izvršavanja programa prikazani su u tabelama 3 i 4.

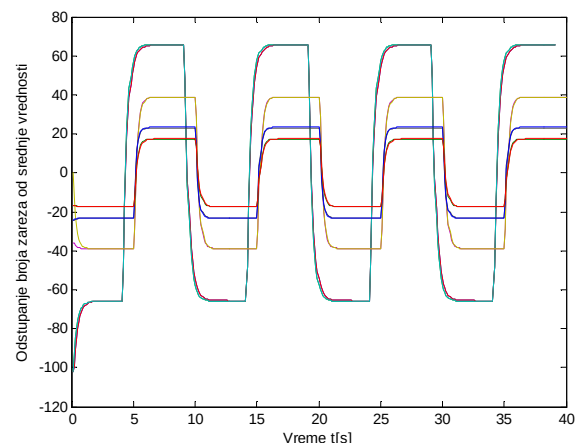
TABELA III. KOEFICIJENTI ZA MODEL DRUGOG REDA PRVOG MOTORA PRI RAZLIČITIM PROCENTIMA PWM-A

	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%
a_1	-0.8450	-0.7457	-0.7811	-0.7659
a_2	0.0926	0.0678	0.0995	0.0859
b_0	171.5227	100.6405	83.3107	38.8821
b_1	177.6244	150.7364	121.9860	72.7228
b_2	-24.1831	-0.5919	-57.2314	-0.4653

TABELA IV. KOEFICIJENTI ZA MODEL DRUGOG REDA PRVOG MOTORA PRI RAZLIČITIM PROCENTIMA PWM-A

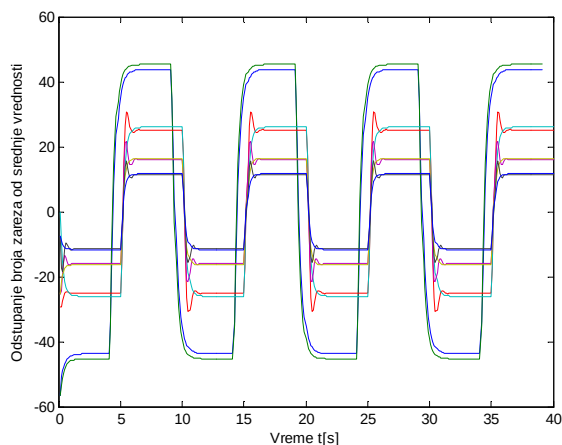
	20-30%	30-40%	40-50%	50- 60%
a_1	-1.1342	-1.0337	-0.9285	-0.8955
a_2	0.3828	0.4243	0.4690	0.4577
b_0	9.2213	7.5672	65.4606	52.0137
b_1	69.6260	73.7601	43.2789	-7.4820
b_2	48.9260	45.3202	63.4411	83.0135

Kada su ova dva modela grafički predstavljena došlo je do njihovog međusobnog preklapanja na svakom od segmenata za prvi motor (sl. 5). Ovo znači da je došlo do skraćivanja jednog pola i jedne nule u funkciji prenosa u modelu drugog reda, pa zato za naš sistem u slučaju prvog motora usvajamo model prvog reda .



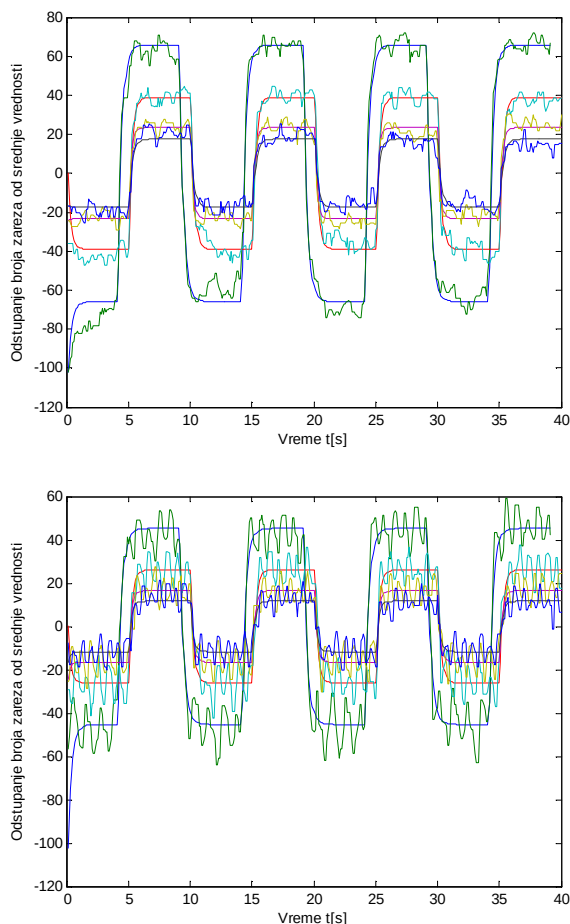
Sl 5. Uporedni prikaz aproksimacija prvog i drugog reda za prvi motor

U slučaju drugog motora imamo da su se aproksimacije na prvom segmentu poklopile, a na drugim segmentima se razlikuju u tome što se u modelu drugog reda pojavljuje preskok (sl.6). Ovo znači da su nula i pol jako blizu jedno drugom, pa možemo pretpostaviti da su i u ovom slučaju oni približno jednaki. Zbog toga u slučaju drugog motora uzimamo model prvog reda kao odgovarajući.



Sl. 6. Uporedni prikaz aproksimacija prvog i drugog reda za drugi motor

Ispravnost našeg modela potvrđuje i poklapanje aproksimacije i stvarnog signala, izuzimajući neizbežno odstupanje zbog šuma, kao što je predstavljeno na slici 7.



Sl.7. Uporedni prikaz aproksimacija prvog reda i stvarne funkcije za prvi (gornji grafik) i drugi motor (donji grafik)

V. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana primena metode najmanjih kvadrata u identifikaciji funkcije prenosa dva step motora, koji su opisani ARMA modelom. Motori čine pogonski sistem robota guseničara. Prikazani su rezultati identifikacije i upoređeni sa eksperimentalnim merenjima. Rad sadrži relevantne reference.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se profesorima i asistentima Katere za Signale i sisteme i Katedre za Elektroniku na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu. Takođe se zahvaljujem i Ministarstvu za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, na materijalnoj podršci tokom studiranja.

LITERATURA

- [1] Kovačević, B. D. i Ž. M. Đurović, *Sistemi automatskog upravljanja: zbornik rešenih zadataka*, Nauka, Beograd, 1997.
- [2] Kovačević, B. D. i Ž. M. Đurović, *Fundamentals of stochastic signals, systems and estimation theory with worked examples*, Academic Mind, Beograd, 1999.
- [3] Kovačević, B. D., *Modeliranje i identifikacija procesa*, predavanja 2012.
- [4] Đurović, Ž. M. i B. D. Kovačević, *Diskretni signali i sistemi: pregled teorije i rešeni zadaci*, Akademska miso, Beograd, 2004.
- [5] Đurović, Ž. M. i B. D. Kovačević, *Sistemi automatskog upravljanja*, Akademska miso, Beograd, 2009.

Analiza uticaja aktivatora na kinetičku metodu za određivanje mikrokoličina vanadijuma (V)

M. Novaković, M. Kuntić

Sadržaj – U ovom radu ispitivan je uticaj vinske kiseline, sulfosalicilne kiseline, limunske kiseline, fenantrolina, bipiridila i askorbinske kiseline kao aktivatora, na kinetičku metodu za određivanje mikrokoličina vanadijuma (V) u cilju povećanja osetljivosti i selektivnosti metode. Ispitivana metoda zasnovana je na katalitičkom dejstvu vanadijuma (V) na reakciju oksidacije rezorcinola kalijum-bromatom, pri temperaturi $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$. Brzina hemijske reakcije je praćena spektrofotometrijski. Kao najpogodniji aktivator pokazala se askorbinska kiselina koncentracije $0.08 \mu\text{g/mL}$, koja je korišćena u daljem ispitivanju. Kalibracione krive za određivanje vanadijuma konstruisane su na dva načina: metodom tangensa i metodom fiksne koncentracije. Metodom tangensa dobijena je kalibraciona kriva koja predstavlja zavisnost brzine oksidacije od koncentracije vanadijuma (V), dok je metodom fiksne koncentracije konstruisana zavisnost recipročne vrednosti vremena od koncentracije vanadijuma u reakcionoj smeši. Vanadijum je određivan u opsegu koncentracija od 15 ng/mL do $1.66 \mu\text{g/mL}$, pri čemu donja vrednost određuje i donju granicu primene metode. U cilju određivanja selektivnosti metode ispitan je uticaj različitih metalnih jona na reakciju. Dobijeni rezultati su pokazali da dodatak askorbinske kiseline kao aktivatora znatno povećava osetljivost, ali smanjuje selektivnost metode. Selektivnost ove metode se povećava dodavanjem EDTA u reakcionu smešu.

I. UVOD

Svaka hemijska reakcija teče konačnom brzinom i teži stanju ravnoteže i zbog toga se sastoji iz dva stadijuma: kinetičkog i ravnotežnog. Kinetičke metode se zasnivaju na praćenju kinetičkog stadijuma reakcije, to jest praćenju brzine reakcije. Faktori koji utiču na brzinu reakcije su: temperatura i pritisak reakcione smeše, koncentracija reaktanata, priroda rastvarača, jonska sila rastvora, kao i prisustvo katalizatora, aktivatora ili inhibitora u reakcionoj smeši [1]. Promenom svakog od ovih faktora mogu se poboljšati osobine metode kao što su njena osetljivost i selektivnost. Praćenjem brzine reakcije oksidacije rezorcinola kalijum-bromatom, koju vanadijum katališe, može se odrediti njegova koncentracija. Najčešći način da se poboljšaju analitičke karakteristike kinetičkih metoda je upotreba katalizatora i aktivatora. Optimalni aktivator je onaj kod koga je razlika u brzini aktivirane i neaktivirane reakcije najveća. Optimalna koncentracija aktivatora je ona

koncentracija pri kojoj je brzina reakcije najveća. Kinetička metoda za određivanje vanadijuma (V) zasniva se na praćenju reakcije oksidacije rezorcinola kalijum-bromatom, koju on katališe. Upotreba aktivatora bi ubrzala reakciju i time poboljšala njenu osetljivost. Aktivatori bi trebalo da favorizuju vanadijum time poboljšaju selektivnost [2, 3].

Cilj ovog rada bio je unapređivanje osetljivosti i selektivnosti kinetičke metode za određivanje mikrokoličina vanadijuma traženjem najpogodnijeg aktivatora i njegove optimalne koncentracije. Ispitivano je dejstvo sledećih aktivatora: vinske kiseline, sulfosalicilne kiseline, limunske kiseline, fenantrolina, bipiridila i askorbinske kiseline.

II. MATERIJAL I METODE

U cilju određivanja optimalnog aktivatora praćene su brzine reakcija za više različitih aktivatora kao i brzina reakcije bez aktivatora. Ispitani su sledeći rastvori aktivatora: vinske kiseline, sulfosalicilne kiseline, limunske kiseline, fenantrolina, bipiridila i askorbinske kiseline iste koncentracije.

Za snimanja je korišćen rastvor vanadijuma koncentracije $4.04 \mu\text{g/mL}$. Optimalna koncentracija aktivatora je koncentracija koja najviše ubrzava reakciju za datu koncentraciju vanadijuma. Brzina reakcije izražena je kao tangens ugla koji prava zavisnosti apsorbancije od vremena gradi sa x osom.

Odabranom aktivatoru je određena optimalna koncentracija. Postupak se sastojao u praćenju brzine reakcije za različite koncentracije aktivatora. Optimalna je ona koncentracija pri kojoj je brzina reakcije najveća.

Pri konstruisanju kalibracione krive korišćen je odabrani aktivator u optimalnoj koncentraciji, a varirana je koncentracija vanadijuma u reakcionoj smeši. Kalibraciona kriva vanadijuma je konstruisana korišćenjem dve metode. Prva metoda je metoda tangensa. Za ovu metodu praćene su promene apsorbancije u zavisnosti od vremena za svaku od koncentracija vanadijuma. Nagib linearnog dela ovog grafika predstavlja brzinu reakcije. Kalibraciona kriva predstavlja zavisnost brzine reakcije od koncentracije vanadijuma. Druga metoda je metoda fiksne koncentracije. Meri se vreme za koje će apsorbancija reakcije dostići određenu vrednost za različite koncentracije vanadijuma. Kalibraciona kriva se konstruiše kao zavisnosti recipročne vrednosti vremena od koncentracije vanadijuma. Svaka od tačaka kalibracione krive je srednja vrednost 4 do 5 merenja.

M. Novaković je student fizičke hemije, Fakultet za fizičku hemiju u Beogradu, Studentski trg 12/16, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: mihajlo_novak@hotmail.com

M. Kuntić je student fizičke hemije, Fakultet za fizičku hemiju u Beogradu, Studentski trg 12/16, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: maki.kuki@yahoo.com

Ispitivan je i uticaj prisustva drugih jona metala na promenu brzine reakcije. Korišćeni su sledeći joni: Al^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , WO_4^{2-} . Joni korišćenih metala su odabrani zbog svojstva da katalizuju ispitivanu reakciju i svoje zastupljenosti u prirodi. Ispitivana su tri različita odnosa koncentracija i to tako da koncentracija stranog jona u reakcionom sistemu bude 10 puta veća od koncentracije vanadijuma, jednaka koncentraciji vanadijuma i 10 puta manja. Takođe ispitan je uticaj EDTA kako bi se povećala selektivnost metode.

Sva spektrofotometrijska merenja izvršena su na instrumentu tipa Iskra AM 9523 UV-Vis sa kvarcnim kivetama dužine optičkog puta 1 cm, na talasnoj dužini od 455 nm i temperaturi od $26 \pm 1^\circ\text{C}$ u toku 15 minuta. Apsorbancija je očitavana sa spektrofotometra na svakih 10 sekundi.

III. REZULTATI I DISKUSIJA

A. Određivanje optimalnog aktivatora

Optimalni aktivator je određen upoređivanjem brzina reakcija u prisustvu različitih aktivatora sa brzinom neaktivirane reakcije (slika 1.).

U prisustvu svih ispitivanih aktivatora brzina reakcije bila je približno ista (sulfosalicilna kiselina 8.51×10^{-4} , limunska kiselina 1.02×10^{-3} , vinska kiselina 8.89×10^{-4} , fenantrolin 9.23×10^{-4} , askorbinska kiselina 1.06×10^{-3} , bipiridil 1.04×10^{-3}), i znatno niža u odsustvu aktivatora 3.07×10^{-4} (samo katalizovana reakcija). Kod askorbinske kiseline primećena je najveća apsorbancija u odnosu na neaktiviranu reakciju. Ona je izabrana kao optimalni aktivator zbog mogućnosti detekcije nižih koncentracija vanadijuma.

B. Određivanje optimalne koncentracije askorbinske kiseline

Optimalna koncentracija askorbinske kiseline je utvrđena na osnovu zavisnosti brzine reakcije od koncentracije kiseline. Na slici 2 se može videti da pri nižim koncentracijama askorbinske kiseline ne dolazi do značajnog povećanja brzine reakcije, ali se pri većim koncentracijama (0.02 do 0.05 $\mu\text{g/mL}$) brzina znatno povećava u odnosu na brzinu neaktivirane reakcije.

Pretpostavlja se da brzina prestaje dalje značajnije da raste na koncentracijama većim od 0.08 $\mu\text{g/mL}$, pa je iz tog razloga ova koncentracija odabrana kao optimalna i korišćena je u daljem radu.

IV. KONSTRUKCIJA KALIBRACIONE KRIVE

Kalibraciona kriva vanadijuma konstruisana je na osnovu podatka da brzina aktivirane reakcije oksidacije rezorcinola kalijum-bromatom raste sa povećanjem koncentracije vanadijuma. Kalibraciona kriva je konstruisana na dva različita načina, metodom tangensa i metodom fiksne koncentracije.

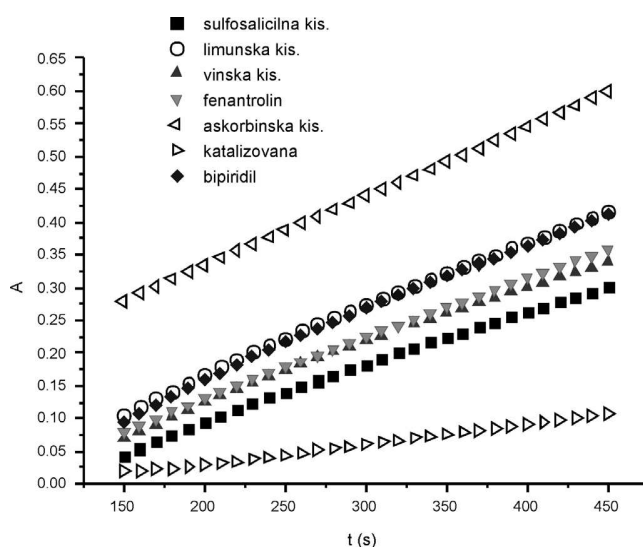
Na slici 3 prikazana je kalibraciona kriva konstruisana metodom tangensa, odnosno predstavljena je zavisnost brzine reakcije od koncentracije vanadijuma. Za određivanje najboljih parametara prave korišćene su jednačine:

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

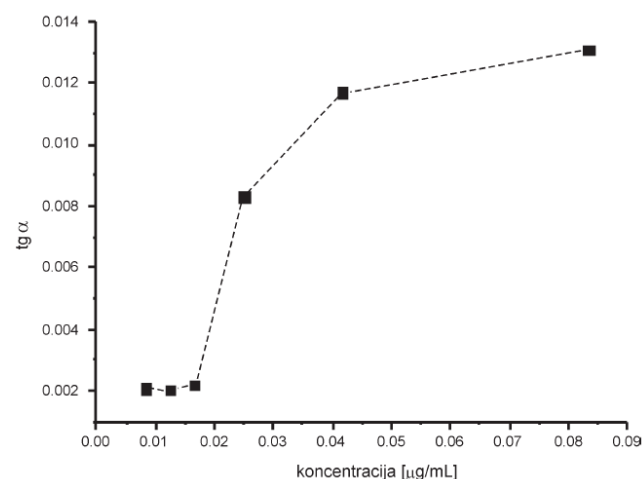
$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad (2)$$

Pri konstrukciji grafika tačke su prethodno otežinjene, budući da predstavljaju usrednjene vrednosti dobijene na osnovu više ponavljanja. Koeficijent korelacije linearnog fita sa empirijskim vrednostima iznosi 0.9915 i dobijen je iz jednačine:

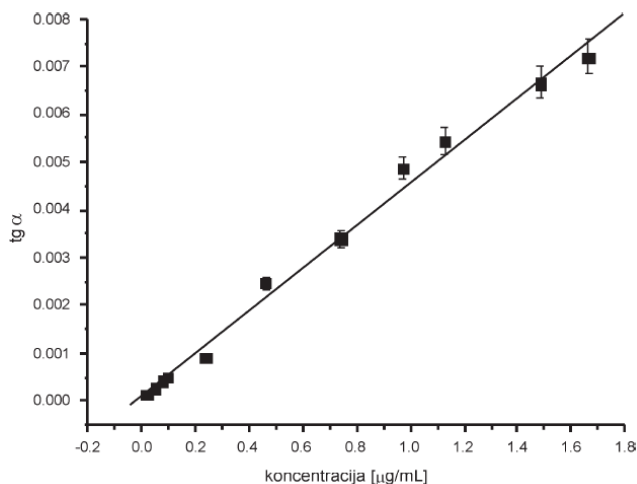
$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}, \quad (3)$$



Slika 1. Zavisnost apsorbancije od vremena za korišćene aktivatore



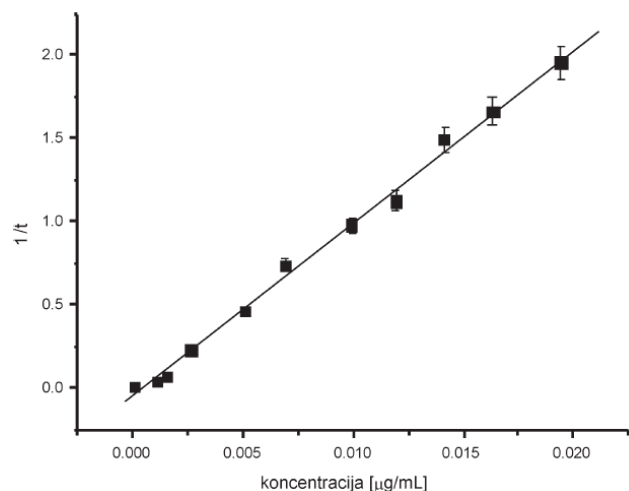
Slika 2. Zavisnost brzine reakcije od koncentracije askorbinske kiseline.



Slika 3. Zavisnost brzine reakcije od koncentracije vanadijuma.

Za metodu fiksne koncentracije (slika 4) odabrana je apsorbanca od 0.1000. Mereno je vreme potrebno da reakcione smeše sa različitim koncentracijama vanadijuma dostignu tu apsorbanciju.

Dobijena kalibraciona kriva predstavlja zavisnost recipročne vrednosti vremena od koncentracije vanadijuma i, u našem slučaju, stepen korelacije sa empirijskim vrednostima iznosi 0.9923. Obe kalibracione krive su konstruisane u opsegu koncentracija od 15 ng/mL do 1.66 μg/mL. Prva vrednost se može uzeti za donju granicu osetljivosti metode.



Slika 4. Zavisnost vremena od koncentracije vanadijuma.

V. SELEKTIVNOST METODE

Selektivnost metode je ispitivana praćenjem uticaja prisustva različitih metala na brzinu reakcije. Odstupanje je predstavljeno kao odnos brzina reakcija sa dodatkom stranog jona i brzine reakcije bez prisustva stranog jona (tabela I).

TABELA I
SELEKTIVNOST

Ispitivani joni	Odstupanje u procentima		
	Konc. Vanadijuma/ konc. ispitivanog jona 1:1	Konc. Vanadijuma/ konc. ispitivanog jona 1:10	Konc. Vanadijuma/ konc. ispitivanog jona 10:1
Al ³⁺	9.0	-9.5	27.7
Cu ²⁺	16.8	-14.5	2.5
Zn ²⁺	8.0	34.8	9.4
Fe ³⁺	12.7	45.8	29.2
Cr ³⁺	10.4	9.0	11.7
Co ²⁺	9.0	16.8	10.0
Mn ²⁺	12.2	31.6	34.3
Ni ²⁺	-4.8	15.4	6.7
WO ₄ ²⁻	18.6	45.4	34.8

Dobijeni podaci pokazuju da joni svih metala osim jona Ni²⁺, u koncentracijama jednakim koncentraciji vanadijuma, imaju znatan uticaj na brzinu reakcije. Odstupanja pri koncentracijama ispitivanih jona deset puta većim od koncentracije vanadijuma su znatno veća. Pri deset puta nižim koncentracijama metala odstupanja takođe nisu zanemarljiva, i u nekim slučajevima su veća od odstupanja pri višim koncentracijama. Kod jona Cr³⁺ primećeno je da odstupanje raste sa smanjenjem koncentracije u odnosu na koncentraciju vanadijuma. Takođe, kod jona Mn²⁺ i jona Al³⁺ odstupanje je veće pri deset puta nižim koncentracijama, nego pri deset puta višim koncentracijama u odnosu na koncentraciju vanadijuma. Najveće odstupanje se može primetiti u prisustvu jona Fe³⁺ i WO₄²⁻.

U cilju poboljšanja selektivnosti metode ispitivan je uticaj EDTA na izabrane jone metala. Rastvori ispitivanih jona u EDTA imali su koncentraciju jednaku koncentraciji vanadijuma. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli II.

TABELA II
SELEKTIVNOST U PRISUSTVU EDTA

Selektivnost	
Ispitivani joni	Odstupanje u procentima
Al ³⁺	-0.2
Cu ²⁺	-0.7
Zn ²⁺	14.5
Fe ³⁺	9.0
Cr ³⁺	4.8
Co ²⁺	12.6
Mn ²⁺	9.0
Ni ²⁺	9.4
WO ₄ ²⁻	14.5

U prisustvu EDTA odstupanja za sve jone su znatno smanjena. Joni Al³⁺, Cu²⁺ i Cr³⁺ nemaju veliki uticaj na promenu brzine reakcije. Uticaj Fe³⁺ i W⁶⁺ jona je znatno smanjen, ali su i dalje zadržali veliki uticaj na brzinu

reakcije. Odstupanje za većinu jona se smanjilo, osim za jone Co^{2+} , Zn^{2+} i Ni^{2+} kod kojih se odstupanje povećalo.

VI. ZAKLJUČAK

Od ispitivanih aktivatora (vinska kiselina, sulfosalicilna kiselina, limunska kiselina, fenantrolin, bipiridil i askorbinska kiselina), askorbinska kiselina je pokazala najpovoljniji uticaj na reakciju. Reakcija sa askorbinskom kiselinom je imala sličnu brzinu kao i reakcije sa ostalim aktivatorima, ali je zbog osobine da gradi kompleks sa vanadijumom (V) (apsorpcioni maksimum kompleksa je na $\lambda = 425 \text{ nm}$) davala najvišu apsorbanciju. Određena je njena optimalna koncentracija od $0.08 \text{ }\mu\text{g/mL}$. Poboljšanje metode dodavanjem aktivatora omogućilo je određivanje koncentracija vanadijuma u opsegu od 15 ng/mL do $1.66 \text{ }\mu\text{g/mL}$, pri čemu prva vrednost predstavlja donju granicu osetljivosti metode. Metoda nije pokazala dobru selektivnost, kako u odnosu ispitivanih jona i vanadijuma 1 : 1, tako ni u bilo kom drugom ispitivanom odnosu. Selektivnost se znatno poboljšala dodavanjem EDTA u reakcionu smešu, zbog njegove osobine da kompleksira ispitivane jone metala i onemogućiti njihov uticaj na reakciju. Dodavanjem EDTA

vanadijum se može određivati u prisustvu jona Al^{3+} , Cu^{2+} i Cr^{3+} bez većih odstupanja. Kod ostalih ispitivanih jona (Zn^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} i WO_4^{2-}) nije dobijena uočljiva pravilnost njihovog uticaja na povećanje brzinereakcije.

ZAHVALNICA

Rad je rađen u Istraživačkoj stanici "Petnica". Autori se zahvaljuju mentor Milošu Pešiću na ideji za projekat, saradnicima Stefanu Iliću, Aleksandru Salimu, Milošu Radojeviću i drugu Edvinu Faku na pomoći oko realizacije eksperimentalnog rada.

LITERATURA

- [1] S. Rančić, *Optimizacija kinetičkih spektrofotometrijskih metoda za određivanje toksičnih elemenata*, Doktorska disertacija, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2005
- [2] R. A. Meyers, *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, New York: Wiley, 2008.
- [3] D. Perez-Bendito, M. Silva, *Kinetic methods in analytical chemistry*, New York: Wiley, 1988.

Realization of a Current Integrating Picoampermeter

Marko Andjelković, Goran S. Ristić

Abstract – A design of a current integrating system intended for measuring direct currents in the range of picoamperes, the picoampermeter, is presented in this paper. The system is based on a monolithic current integrator IVC102, from Burr Brown, and supports a serial RS232 interface for PC connectivity. The system has been calibrated with a high precision source measuring unit model Keithley 2636A, and the results have shown that the currents from 200 pA to 1 nA can be measured with relative error less than 0.4 %, while the relative error for currents from 10 pA to 200 pA is within 3 % - 13 %.

I. INTRODUCTION

In many practical applications, the measurement of very low level direct currents, in the range of picoamperes, is a key requirement. Some typical examples of low level current measurement applications are: current mode radiation dosimeters, photometric measurements, semiconductor devices characterization, leakage current measurements, mass spectrometry, etc. The characteristics of a current measurement system are defined by the nature of the specific application. However, all current measurement systems have to satisfy some basic requirements, among which the most important are accuracy and stability.

Basically, the measurement of low level direct current is accomplished by converting the current into voltage, which is then easily measured by a suitable analog-to-digital converter. Three distinct techniques for current-to-voltage conversion exist: conversion based on transimpedance gain, conversion based on current integration and conversion based on logarithmic gain. This work deals with design considerations and practical implementation of a current measuring system based on current integration.

The current integrator is made up of three elements: an operational amplifier, a capacitor in the negative feedback of the operational amplifier, and a mechanism for discharging the capacitor [1]. In conventional implementations, the discrete components are most commonly used for constructing the integrator. However, this approach has some significant drawback in terms of leakage currents and noise pickup. As an alternative, it is possible to use monolithic current integrators instead of discrete, since there are a number of monolithic integrators available on the market, which incorporate all components of a conventional current integrator into a single chip. This approach offers better

overall performance at relatively low price.

This paper presents the design of a picoampermeter meter based on a monolithic current integrator IVC102, manufactured by Burr Brown. The proposed solution was developed in the Applied Physics Laboratory (APL), at the Faculty of Electronic Engineering Niš, Serbia, as a part of the research on current mode gamma radiation dosimeters.

II. SYSTEM DESIGN

The block diagram of the realized current integrating system is presented in Fig. 1.

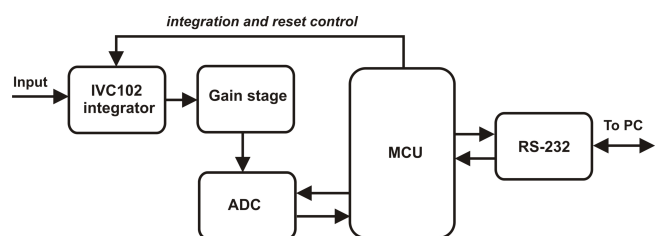


Fig. 1. Picoampermeter block diagram

The main functional units of the current integrating picoampermeter are:

1. IVC102 integrator
2. Gain stage
3. Analog-to-digital converter (ADC)
4. Microcontroller (MCU)
5. RS-232 serial interface

The proposed system converts the input current into an equivalent voltage, digitizes the voltage, and transfers digitized data to the PC. The PC is used for controlling the system operation and for data processing and storage.

A. IVC102 Integrator

IVC102 is a precision switching integrator with a FET input operational amplifier, three low leakage capacitors and two FET analog switches embedded into a single chip (Fig. 2). It has a very low input bias current (750 fA), which makes this chip an ideal option for measuring low level direct currents in the picoampere range [2]. Due to its very good performance, IVC102 has already been used as an integral part of a number of low level direct current measurement systems employed in various fields [3-8].

The operation of the IVC102 integrator is controlled by applying appropriate digital signals (logic high and logic low levels) at pins 11 and 12, which define the states of the switches S1 and S2. The switch S1 has a "hold" function

Marko Andjelković and Goran S. Ristić are with the Applied Physics Laboratory, Department of Microelectronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia.

E-mail: marko.andjelkovic2@elfak.ni.ac.rs,
goran.ristic@elfak.ni.ac.rs, www.apl.elfak.rs.

while the switch S2 is intended for integration and reset (capacitor discharge). Switches are closed with logic low level and opened with logic high level. The resistance of each switch, when closed, is approximately 1.5 k Ω .

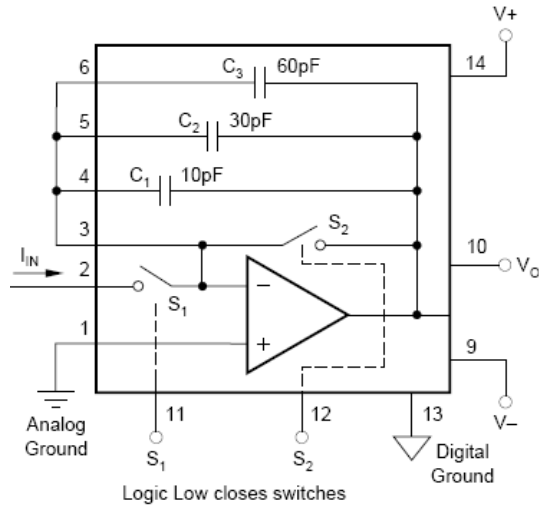


Fig. 2. IVC102 block diagram

For constant input current I_{IN} , the voltage V_O at the output of the IVC102 can be determined from relation:

$$V_o = -\frac{I_{IN} \times t}{C} \quad (1)$$

where t is the integration time and C is the feedback capacitance. The integration time is defined by the duration of the logic low level applied at pin 12 (switch S2). As for the integration capacitor, it is possible to use either internal or external capacitors, depending on specific requirements. Three internal capacitors are available in the IVC102 chip (10 pF, 30 pF and 60 pF), with possibility of using only one of these capacitors, two capacitors connected in parallel or all three capacitors connected in parallel.

The IVC102 integrator can be operated in two modes: the integration-and-reset mode and the integration-hold-reset mode (also known as switched-input mode). In the integration-and-reset mode, only the switch S2 is utilized while S1 is set at fixed state (close or open). If S1 is closed, the input signal is fed to pin 2, and if it is open, the input signal is fed to pin 3. The integration is initiated by opening S2, and after the end of integration cycle the voltage is digitized with an analog-to-digital converter, and the reset is then achieved by closing switch S2. In the integration-hold-reset mode, both switches are used. The integration cycle is started by opening S2 and closing S1, and after the end of integration cycle, S1 is opened to hold the output voltage constant until the analog-to-digital conversion is accomplished, and the reset is then performed by closing the switch S2. Detailed discussion of the IVC102 operation modes can be found in [2].

In our design, the integration-and-reset mode is used (S2 is used for integration while S1 is permanently closed).

The waveforms illustrating the integration and reset cycles for this mode are presented in figure 3.

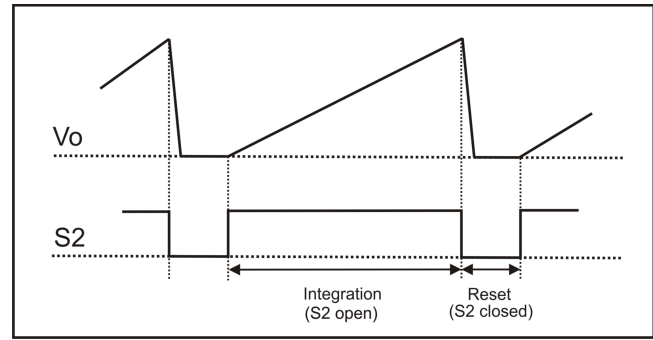


Fig. 3. Integration and reset timing

As shown in figure 3, the integration starts when the switch S2 is opened, causing the gradual rise of the voltage at the output of the integrator, according to equation 1. After the end of integration, a reset cycle is initiated to bring the output voltage of the integrator to referent level, i.e. 0 V. The duration of the integration and reset cycles is defined by the microcontroller. For this purpose, 100 ms integration period and 10 ms reset period have been used, and the integration capacitance is 100 pF made by parallel connection of all three internal capacitors. With 100 ms integration time, the input current range from 1 pA to 1 nA is transformed into a voltage range from 1 mV to 1 V.

B. Gain Stage

The signal from the output of IVC102 integrator is fed into a voltage inverting amplifier with a gain of - 10, thus converting the voltage range 1mV to 1 V into the voltage range from 10 mV to 10 V. This stage is based on a dual operational amplifier OPA2111, from Burr Brown. It is used to provide higher voltage level at the input of ADC, and hence establish better signal-to-noise ratio.

C. Analog-to-digital Converter (ADC)

The analog-to-digital conversion is achieved with a 12-bit ADC AD1674, from Analog Devices. It is a parallel output ADC supporting unipolar and bipolar input voltage levels. For unipolar mode, the ADC supports the input voltages 0 V – 10 V and 0 V – 20 V, whereas in bipolar mode the input voltage ranges are from - 5 V to + 5 V and from - 10 V to + 10 V. Other significant features of this ADC are conversion speed of 10 μ s, sampling rate of 100 ksp/s and on-chip reference voltage.

In this case, the ADC is used in unipolar mode configured for input voltage levels from 0 V to 10 V. The 12 data lines and 5 control lines are directly interfaced to the general purpose input pins of the microcontroller which controls the complete analog-to-digital conversion.

D. Microcontroller (MCU)

The main functions of the MCU are: (1) control of the integration and reset cycles by applying appropriate control signal at the switch S2, as shown in figure 3, (2) initiation of analog-to-digital conversion after the end of each integration cycle, and (3) transfer of the results of analog-to-digital conversion to the PC.

A Microchip 8-bit PIC16F887 microcontroller is used in this solution. The MCU operates at the clock frequency of 8 MHz provided from a crystal oscillator. The tasks of the microcontroller are implemented through the firmware developed in a C-based compiler Mikro C.

E. RS-232 Serial Interface

The communication between the MCU and the PC is established via serial RS-232 interface realized with a logic level translator MAX232. The full-duplex configuration is used, with the transfer rate of 9600 bit/sec.

F. PC Application Software

The proposed system requires the use of a PC for monitoring its operation. For that purpose, a Windows application software with a graphical user interface was developed in Visual C# Express software development environment. This application provides the commands for controlling the operation of the system, and enables real-time visualization of the read-out, as well as storage of measured values on the PC hard drive.

III. PERFORMANCE EVALUATION

The performance of the developed current integrating picoammeter was tested with a high precision dual channel source measuring unit model Keithley 2636A. The experimental setup is shown in figure 4. The direct current was fed into the picoammeter with the source measuring unit, and the response was acquired in real-time with the PC.

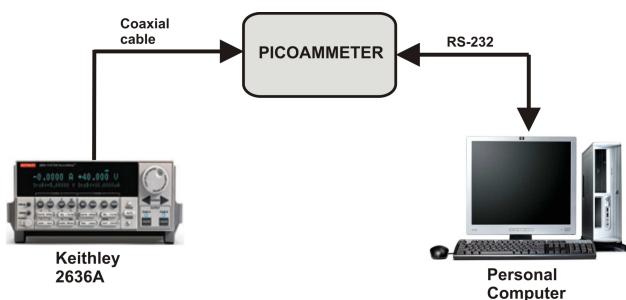


Fig. 4. Calibration setup

Figure 5 illustrates the experimental calibration curve of the picoammeter, for the input currents from 10 pA up to

1 nA. The system was tested with currents below 10 pA because it was estimated that it is not capable of processing such low level direct currents with an acceptable level of accuracy. Obtained results have been fitted with a linear equation $y = k \cdot x$, where y is the measured current, x is the input current and k is calibration factor. For these results, the calibration factor was 0.99935, and the correlation coefficient was 1. This indicates a high degree of linearity between the input and the measured current, within the investigated range of input current.

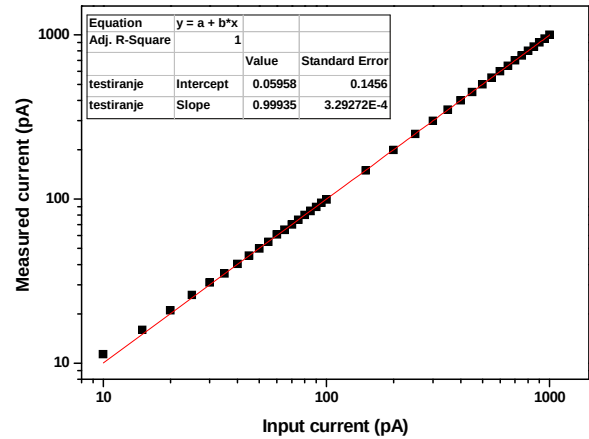


Fig. 5. Calibration curve

To evaluate the measurement accuracy of the realized picoammeter, the relative error was calculated and plotted versus input current as shown in figure 6. The relative error E was calculated according to the relation:

$$E = \frac{I_{\text{INPUT}} - I_{\text{MEASURED}}}{I_{\text{INPUT}}} \times 100 \% \quad (2)$$

where I_{INPUT} and I_{MEASURED} are the input and the measured current, respectively.

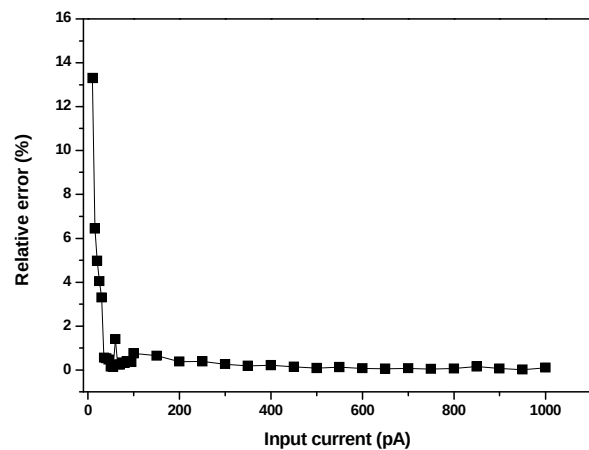


Fig.6. Calculated relative error

From the obtained results it can be seen that the relative error is very low for currents from 200 pA to 1 nA, typically below 0.4 %. This error is compliant with most standards that regulate the electrometer design specifications for dosimetry (e.g. the IEC60731, a medical dosimetry equipment performance standard, specifies the ± 0.5 % relative error). However, for input currents from 10 pA to 200 pA, the relative error is considerably higher, typically from 3 % to 13%.

A very important parameter for current measurement instruments is the repeatability of the read-out at constant input signal. The testing of the realized system has shown very good repeatability with a maximum deviation of less than 1 % for currents within the range 100 pA – 1 nA. For currents below 100 pA, the fluctuations were up to 3%. The maximum read-out fluctuation specified by the IEC60731 standard is ± 0.25 %.

For the purpose of comparison, it is worthwhile to mention the key functional characteristics of several PC-based general purpose electrometers. A current integrating picoammeter AH401B, manufactured by Caenels, supports direct current measurement from 50 pA up to 1.8 μ A with variable integration period ranging from 1 ms to 1 sec, and with error below 1 % [9]. A PocketPico picoammeter, from IxInnovations, can measure currents from 20 pA up to 2 mA, with a maximum relative error of 0.5 % [10]. The PC Electrometer, from Sun Nuclear, achieves the accuracy of 0.1 % within the range 2 pA – 10 μ A [11]. All three mentioned systems support serial communication with PC (AH401B has RS-232 serial interface while PocketPico and PC Electrometer have USB interface).

IV. CONCLUSIONS

A design of a current integrating system intended for measuring direct currents of the order of picoamperes was discussed in this paper. The proposed design is based on a monolithic current integrating amplifier IVC102 which provides significant benefits over discrete design in terms of lower leakage and better noise immunity. The system was designed for dosimetric purposes but may also be applied in a wide variety of applications that require low level direct current measurements.

The preliminary testing of the developed system has shown that it supports direct current measurements from 200 pA up to 1 nA with relative error below 0.4 %, while the error for current levels ranging from 10 pA to 200 pA is within 3 % - 13 %. Accordingly, significant technical enhancements are required to achieve higher precision when measuring currents below 200 pA.

The presented design is a prototype and it will have to undergo some crucial modifications in order to be fully operational. The main improvement that is required is to enable the measurement of currents in a wider dynamic range, so that this solution could be implemented in various practical dosimetric applications. This could be achieved by the range switching technique based either on capacitor switching or on variable integration time.

One of the major limitations of the proposed solution is that it is PC-dependent. The use of PC adds to the overall complexity of the measurement configuration and also increases the price of exploitation. To overcome this issue, the future upgrade of the system will include addition of functionalities that will enable stand-alone operation.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia under the project 43011.

REFERENCES

- [1] IVC102 Precision Current Integrator.
Available at: www.ti.com.
- [2] Low Level Measurement Handbook. Sixth Edition.
Available at: www.keithley.com.
- [3] G. de Arcas, et al., "Design of an Intelligent Front-end Signal Conditioning Circuit for IR Sensors", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 55, Issue 1, pp. 14 – 20, February 2008.
- [4] K. Risveden, et al., "The Region Ion Sensitive Field Effect Transistor, a Novel Bioelectronic Nanosensor", *Biosensors and Bioelectronics*, Vol. 22, Issue 12, pp. 3105 – 3112, 2007.
- [5] D. Isarakom, et al., "Evaluation of Static Measurement in Piezoelectric Cantilever Sensors Using a Charge Integration Technique for Chemical and Biological Detection", *Measurement Science and Technology*, Vol. 21, Issue 7, 2010.
- [6] S. N. Ahmed, et al., "High Precision Ionization Chamber for Relative Intensity Monitoring of Synchrotron Radiation", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, Vol. 449, pp. 248 – 253, 2000.
- [7] S. Salvatory, et al., "Compact Front-end Electronics for Low Level Current Sensor Measurements", *Electronics Letters*, Vol. 42, Issue 12, pp. 682 – 684, June 2006.
- [8] A. L. Perrot, et al., "A Luminosity Monitor for the Large Hadron Collider," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, Vol. 487, pp. 331 – 336, 2002.
- [9] AH401B Current Integrating Picoammeter.
Available at www.caenels.com.
- [10] PocketPico Picoammeter.
Available at: www.ixinnovations.com.
- [11] PC Electrometer.
Available at www.sunnuclear.com.

Primena proširene stvarnosti i Android tehnologije u arheološkom parku Medijana

M. Stošić, D. Tatić

Sadržaj - U ovom radu opisani su osnovni principi funkcionisanja sistema proširene stvarnosti i Android tehnologija i praktično realizovan sistem za prikazivanje mozaika na mobilnim uređajima korišćenjem metoda za prepoznavanje i praćenje objekata.

I. UVOD

Kao rezultat želje za upoznavanjem novih tehnologija, istraživanja arheoloških nalazišta i primene stečenih znanja na samom lokalitetu Medijana, nastao je ovaj pojekat. Rad predstavlja spoj nekoliko veoma zanimljivih oblasti: Android, proširena stvarnost i 3D modelovanje. Upotreba mobilnih uređaja je svakim danom sve veća, samim tim i veza sa proširenom stvarnošću nudi veliki broj mogućnosti njihove primene [1], [3]. Kako bi se građanima grada Niša, turistima, kao i svim posetiocima arheološkog nalazišta Medijana u Nišu, olakšao i u velikoj meri obogatio informacijama obilazak lokaliteta, spojem pomenutih tehnologija krenulo se u realizaciju sistema pod nazivom ARMedijana. Medijana je arheološko nalazište nekadašnjeg carskog imanja, u predgrađu Naissusa, površine 40 ha, izgrađenog početkom trećeg veka [9]. Iskopavanjem su otkriveni očuvani ostaci carske palate sa peristilom, mnoštvo luksuznih vila sa podovima od mozaika, terme, ostaci utvrđenja i druge zgrade koje svedoče o kulturi i raskoši iz vremena vladavine Rimskog cara Konstantina Velikog, koji je rođen na tlu Medijane.

II. PRINCIP RADA

Cilj ovog projekta je kreirati sistem koji bi korisnicima Arheološkog parka Medijana, dodatnim informacijam i sadržajem obogatio obilazak lokaliteta. Sistem, pored same aplikacije, korisniku nudi i neke osnovne informacije o lokalitetu. Prilikom pokretanja aplikacije na mobilnom uređaju se pokreće kamera koja snima zadato okruženje. Prelaskom preko markera postavljenih na lokalitetu na ekranu će se prikazati odgovarajući mozaik.

Brojne iskopine su morale biti prekrivene peskom, kako bi se zbog starosti, sprečilo njihovo propadanje. Kako bi se bar u određenoj meri oživeo sadržaj Arheološkog

Miloš Stošić sa smera Računarstvo i Informatika, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, milosstosic88@gmail.com.

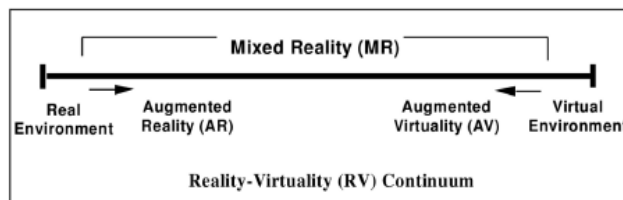
Dušan Tatić sa smera Računarstvo i Informatika, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, dusan@dragongroup.org.

nalazišta Medijana, na mestima gde su postojali mozaici, danas prekriveni peskom, postavljeni su crno-beli markeri. Prepoznavanjem markera korisniku aplikacije biće prikazani odgovarajući mozaici, prilagođeni tlu gde je marker postavljen. Neophodne tehnologije za izradu projekta su proširena stvarnost i Android.

A. Proširena stvarnost

Proširena stvarnost (engleski *Augmented Reality*) predstavlja tehnologiju koja, u realnom vremenu, informacije iz stvarnog sveta kombinuje sa računarski generisanim sadržajem i tako objedinjene ih prikazuje na ekranu mobilnog telefona ili tablet računara. Time se korisnikovo viđenje sveta proširuje dodatnim informacijama [2]. Ovo je nova tehnologija koja sve veću primenu pronalazi u oblasti nauke, konkretno u ovom slučaju u oblasti arheologije. Zajedničko za sve definicije proširene stvarnosti jeste sledeće:

- Proširena stvarnost predstavlja kombinaciju realnog i virtualnog
- Omogućava interaktivni prikaz u realnom vremenu
- Trodimenzionalnost



Slika1. Kontinuum stvarnosti i virtualnosti [8]

Na slici 1 prikazan je kontinuum odnosa stvarnog i virtualnog okruženja. Na jednoj strani ekstrema prikazano je stvarno okruženje, dok je na drugoj strani prikazano virtualno okruženje. Prostor između dve strane pripada "mešovitoj stvarnosti". Proširena stvarnost se može odnositi na sva čula. U prilog tome ide činjenica da se aplikacija pored vizualnog sadržaja može obogatiti i zvukom.

Godine 1968. Ivan Sutherland razvio je prvi radni prototip onoga što se sada smatra prvim sistemom proširene stvarnosti. Razvojem proširene stvarnosti zahteva se i ubrzani razvoj mobilnih tehnologija, i obratno [4]. Proširena stvarnost ima veliku primenu, od oblasti ekonomija i medicine, pa sve do područja zabave.

Sve se više, sistemi zasnovani na proširenoj stvarnosti, koriste u muzejima i arheološkim parkovima, prilikom rekonstrukcija kulturno - istorijskih spomenika i iskopina [5].

B. Android

Pored proširene stvarnosti osnova ove aplikacije leži u androidu. Android je operativni sistem, "open source" projekat, kreiran od strane Google Inc. Na samom početku svog razvoja zamišljen je kao platforma za mobilne uređaje. Sadrži operativni sistem, SDK (engl. Software Development Kit), radni prostor aplikacije.

Osnova androida bazirana je na programskom jeziku Linux verzije 2.6, koja omogućava manipulaciju memorijom, procesima i napajanjem, kao i pružanje sigurnosnog sistema prethodno definisanim slojevima. Na slici 2 prikazana je arhitektura Android sistema [5], [11].



Slika 2. Arhitektura android sistema

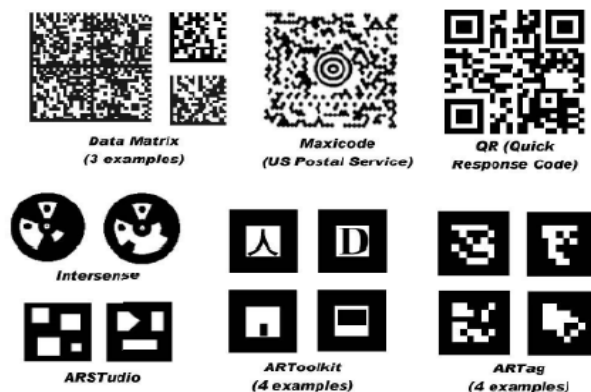
Prva verzija androida bila je Android 2.0/2.1 pod nazivom Eclair. To je bio prvi sistem razvijen za mobilne telefone. Daljim razvojem nastao je Android 2.2 pod nazivom Froyo, kao i poslednja verzija android operativnog sistema za mobilne uređaje Android 2.3, nazvan Gingerbread. Nastavak razvoja androida doveo je do nastanka prvog operativnog sistema za tablet računare, Android 3.0, pod nazivom Honeycomb. Da bi nešto kasnije kombinacijom verzija 2.3 i 3.0, nastao operativni sistem koga je moguće koristiti i na tablet računarima i mobilnim uređajima, nazvan IceCremSandwich.

Programiranje same aplikacije odvijalo se u Java programskom jeziku, tačnije u Eclipse okruženju. Kada se obrati pažnja na memoriju, android aplikacije nisu štedljive, zato se prvobitno došlo na ideju o stvaranju jedinstvenog rešenja, u obliku Dalvik Virtualne mašine (DVM) [8]. DVM je dizajnirana za rad na uređajima koji rade na baterije, sa sporijim procesorom i sa manje RAM memorije.

Kreirana aplikacija, zasnovana na proširenoj stvarnosti i androidu, vrši prepoznavanje markera.

C. Markeri

Objekti koji se dodaju slici često su realizovani u vidu planarnih, pravougaonih markera. Planarni markeri se koriste u kontrolisanim uslovima, odnosno kada je položaj kamera strogo definisan [7].

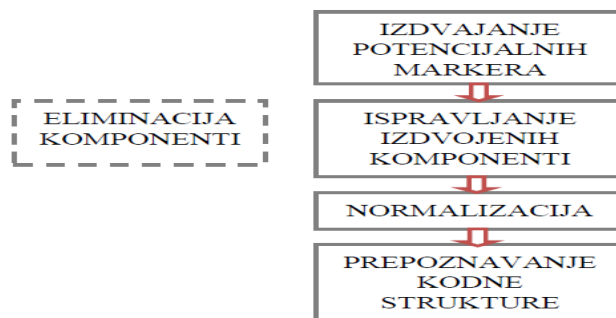


Slika 3. Primeri veštačkih markera

Markeri sa slike 3 omogućavaju kodiranje različitih informacija, nakon njihovog prepoznavanja, prikaz modela, osnovne informacije o modelu (slika, 3D model, video, tekst), opis umetničkog dela u muzeju, opis mozaika ili iskopine u arheološkom parku.

Postoji nekoliko faktora koji utiču na pravilnu detekciju markera. Jedan od najbitnijih je osvetljenje, zato što svaki algoritam mora biti dovoljno robustan s obzirom na različite uslove osvetljenja. Drugi je rastojanje mobilnog uređaja od markera. A poslednji ugao vidljivosti, što je ugao manji, to je moguće rastojanje između markera i kamere veće [6].

Postupak detekcije markera prikazan je na slici 4.



Slika 4. Postupak detekcije markera

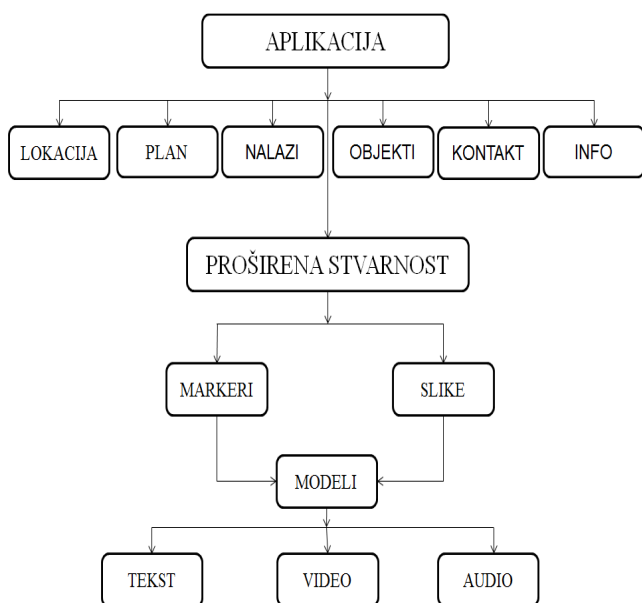
Izdvajanje markera iz dobijene slike može se postići pomoću dva algoritma: detekcijom linija i binarizacijom. Na izdvojenom markeru detektuju se 4 temena, oko kojih se opisuje pravougaonik. Zatim se temena markera definišu kao tačke na opisanoj konturi koje su redom najudaljenije od temena opsianog pravougaonika. Zbog promenljivosti u

veličini markera pristupa se sledećoj fazi, pod nazivom normalizacija. Ako prilikom obrade prve tri faze dođe do greške, prepoznavanje markera nije moguće, zato što može doći do gubitka informacija.

Prilikom izrade aplikacije ARMedijana, oblast proširene stvarnosti realizovana je Metaio tehnologijom [12]. 3D modeli izrađeni su alatom 3Dstudio Max [10], dok su slike mozaika obrađene u programu Adobe Photoshop.

D. ARMedijana

Aplikacija ARMedijana, korisnicima arheološkog parka, nudi mogućnost pregleda mozaika i iskopina, koje trenutno nisu vidljive. Pokretanjem aplikacije, nudi se kratak pregled informacija o Medijani, lokaciji i planu lokaliteta, nalazima i objektima, opisu arheološkog nalazišta, kao i ključni deo aplikacije, sistem zasnovan na proširenoj stvarnosti. Otvaranjem glavne stranice aplikacije, sledi kratko korisničko uputstvo, a zatim i sama aplikacija, prepoznavanje markera. Na slici 5 prikazana je arhitektura aplikacije ARMedijana.



Slika 5. Arhitektura aplikacije

Na lokalitetu arheološkog parka Medijana, na mestima koja posetiocima nisu vidljiva, postavljeni su crno-beli markeri. Alat Metaio podržava 512 markera, za naše potrebe iskorišćeno je 20 različitih markera. Prepoznavanjem svakog od markera na Medijani, korisniku se prikazuje sadržaj lokaliteta u zavisnosti od pozicije na kojoj se marker nalazi. Korisnik, kamerom, koja se uključuje prilikom pokretanja aplikacije, snima okruženje. Aplikacija prepoznaje zadati marker i posetiocu prikazuje odgovarajući mozaik. Korisniku se nudi i mogućnost interakcije sa prikazanim modelom. Klikom na model prikazan na ekranu korisnik može obogatiti prikazani mozaik, dodatnim tekstom, zvukom ili videom.

E. Testiranje aplikacije

Kako bi se u pravu meri prikazale sve prednosti aplikacije, neophodno je izvršiti njeno testiranje. Kao pravo mesto za testiranje aplikacije, mesto koje će zadovoljiti sve zahteve sistema, izabrana je lokacija za koju je na samom početku aplikacija i namenjena. Na unapred određenim lokacijama arheološkog parka Medijana, postavljeni su crno-beli markeri, tačnije 20 markera.



Slika 6. Testiranje aplikacije

Nakon testiranja, od strane prisutnih, aplikacija je ocenjena kao uspešno odrađena i zaključeno je da se kao rezultat rada dobija lepa predstava o objektima kojima je dopunjena stvarna slika arheološkog parka Medijana.

III. BUDUĆI RADOVI

Nakon realizacije sistema koji vrši prepoznavanje crno-belih markera, krenulo se sa izradom sistema koji vrši prepoznavanje realnih slika u okruženju. Na osnovu prepoznatih slika prikazuju se 3D modeli koji su nekada postojali na datom lokalitetu.



Slika 7. Testiranje aplikacije

Jedan od primera je fontana u arheološkom nalazištu Medijana, koja je nekada postojala u Nimfeju, od koje su danas ostali samo temelji, prepoznavanjem mozaika na kome je fontana izgrađena vrši se njeno projektovanje na ekranu mobilnog uređaja ili tablet računara.

Trenutno je u planu i realizacija projekta u saradnji sa predstavništvom, široko poznatog proizvođača automobila, Toyote. Demo verzija projekta predstavljena je na sajmu automobila u Nišu, na štandu Toyote. Sistem funkcioniše na taj način što se korisniku nudi katalog. Korisnik aplikacijom posmatra katalog i nudi mu se mogućnost oživljavanja sadržaja kataloga, prikaz 3D modela automobila, kao i video sadržaja prepoznate slike u katalogu. Sama demonstracija je na sajmu automobila izazvala veliku pažnju.

IV. ZAKLJUČAK

Bez proširene stvarnosti kao tehnologije sa velikim potencijalom i velikim mogućnostima u bliskoj budućnosti nećemo moći zamisliti neku inovaciju iz oblasti kako moderne industrije, marketinga, tako i od industrije igara do naučnih istraživanja. Bogaćenje sadržaja arheološkog parka Medijana samo je jedan od koraka da ova oblast nauke i tehnike zaživi u što većoj meri a da pritom posetocima Medijane i svim korisnicima aplikacije pruži veliki užitak i brojne korisne informacije.

ZAHVALNICA

Pojekat je rađen kao diplomski rad u Ciitlab laboratoriji. Neizmerna podrška prilikom realizacije ovog projekta dobijena je od strane profesora sa Elektronskog

fakulteta, prof. dr Milene Stanković i prof. dr Radomira Stankovića, kao i asistenta Dušana Gajića, i naravno, kustosa arheološkog parka Medijana, Vesne Crnoglavac, od koje su dobijene mnoge dragocene informacije o samom nalazištu.

LITERATURA

- [1] M. Rohs, "Real-world interaction with cameraphones", Proc. of 2nd International Symposium on Ubiquitous Computing Systems, Tokyo, 2004.
- [2] P. Heckbert, Fundamentals of texture Mapping and Image Warping, Master's thesis, Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of California, Berkeley, 1989.
- [3] Tobias Domhan, Augmented Reality on Android Smartphones, 2010.
- [4] R.Silva, J.C.Oliveira, G.A.Giraldi, Introduction to Augmented Reality, National Laboratory of Scientific Computation, Brazil, 2005.
- [5] P.Milgram and F. Kishino. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information displays.
- [6] H.Kaufmann and D. Schmalsteieg, Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. ACM SIGGRAPH 2002. San Antonio, Texas, July 21-26, pp. 37-41. ACM, New York, 2002.
- [7] Milorad Paskas, Ana Gavrovska, Dragi Dujkovic, Branimir Reljin, Detekcija markera u okruženju proširene stvarnosti, Elektrotehnicki fakultet Beograd, YuInfo2010, Mart 2010.
- [8] Petar Dučić, Kinematički model u okruženju proširene stvarnosti na ugrađenom, Zagreb, 2011.
- [9] Medijana: Arheološko nalazište, [http ://panacomp.net/srbija?mesto=srbija_medijana](http://panacomp.net/srbija?mesto=srbija_medijana), Septembar 2012.
- [10] <http://usa.autodesk.com/3ds-max/>, Septembar 2012.
- [11] <http://developer.adnroid.com>, Septembar 2012.
- [12] <http://docs.metaio.com>, Septembar 2012.

Automatizacija procesa sušenja pomoću PLC Twido Schneider Electric sa vizuelizacijom korišćenjem panela Magelis

Ivan Petrović

Sadržaj – U ovom radu su objašnjeni procesi koji se odvijaju u sušarama i prikazane su karakteristike PLC Schneider Electric iz Twido familije. Vizuelizacija je ostvarena panelom osetljivim na dodir (Magelis), aplikacija automatskog upravljanja sušarom realizovana pomoću TwidoSuite softvera, a korisnički interfejs softverom Vijeo-Designer Lite.

I. UVOD

Sušenje je proces pri kome dolazi do dehidracije materijala uz smanjenje relativnog udela vode u njemu. Sušare predstavljaju objekte ili uređaje u kojima se pod određenim kontrolisanim uslovima veštački odvodi voda – vlaga iz nekog materijala. Bez obzira o kom tipu sušare je reč, svaka od njih ima osnovne elemente i to: prostor gde se smešta materijal tokom sušenja, toplotni izvor (gorionik, toplovodni kotao, grejač, kolektor...), izmenjivače toplote, ventilatore (kod prinudnog kretanja toplog vazduha) za „transport“ vazduha i kontrolno-regulacione i komandne uređaje.

II. HARDVER

LABSE (Laboratory Schneider Electric) je PLC okruženje bazirano na Twido programabilnom logičkom kontroleru proizvedenom od strane *Schneider Electric*, koje može da zadovolji radne potrebe kako u laboratorijskim uslovima, tako i u radu sa realnim sistemima.

Konfiguracija se sastoji od [4]:

- Twido modularnog kontrolera TWDLMDA20DTK, koji ima 12 ulaza i 8 izlaza, jedan analogni naponski ulaz, jedan potencijometar i jedan integrisani serijski port. Kontrola i konfiguracija kontrolera se vrši softverom *TwidoSuite*.
- Phaseo modularni naponski izvor ABL8MEM24012 sa nominalnom snagom od 30W, naponom 24V, i strujom od 1.2A na izlazu.

Ivan Petrović je student na modulu Upravljanje sistemima, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

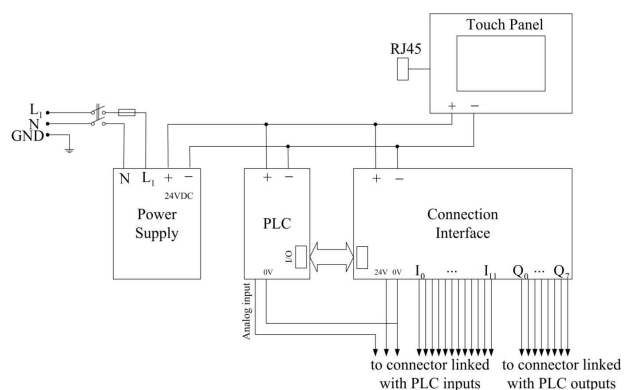
E-mail: ikalebanac@gmail.com

- Advantys Telefast konekcioni interfejs ABE7B20MPN22 sa 12 ulaza i 8 izlaza sa osiguračem. Konekcija između ovog interfejsa i PLC-a može biti uspostavljena 26 pinskim kablom.
- Terminal XBTRT511 sa ekranom osetljivim na dodir i LCD displejom sa pozadinskim osvetljenjem. Kontrola i konfiguracija terminala se izvodi pomoću softvera *Vijeo-Designer Lite*.

LABSE je napravljen u formi mobilnog kofera [5], prikazanog na slici 1, a šema povezivanja data je na slici 2:



Slika 1. LABSE PLC mobilni kofer

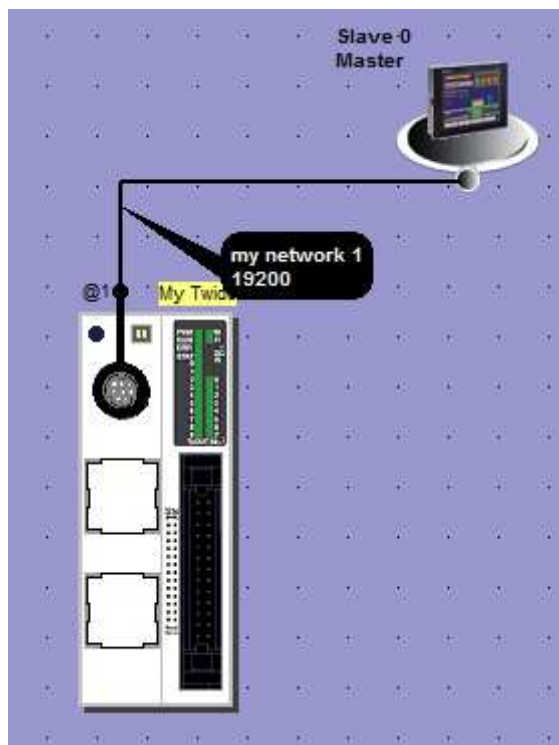


Slika 2. Električna šema gornjeg dela LABSE kofera

III. SOFTVER

TwidoSuite je grafičko razvojno okruženje za kreiranje, konfigurisanje i održavanje aplikacija za *Telemecanique* Twido programabilne kontrolere [1]. *TwidoSuite* dozvoljava kreiranje programa različitim jezicima, a zatim prebacivanje aplikacije i njeno pokretanje na kontroleru.

Prilikom pokretanja *TwidoSuite* programa najpre je potrebno izvršiti hardversku konfiguraciju. Ubacujemo odgovarajući kontroler kao i panel osetljiv na dodir koji koristimo za realizaciju projekta.



Slika 3. Hardversko konfigurisanje u *TwidoSuite*

Projekat sušare je realizovan korišćenjem leder dijagrama, i sastoji se od više sekcija i rangova. U okviru svakog ranga imamo određeni broj ulaza i izlaza, memorijskih lokacija, funkcionalnih blokova itd.

Adresiranje ulaza i izlaza prikazano je na slici 4:

Use the following format to address inputs/outputs.

%	I, Q	x	.	y	.	z
Symbol	Object type	Controller position	point	I/O type	point	Channel number

Use the following format to address inputs/output exchange words.

%	I, Q	W	x	.	y
Symbol	Object type	Format	Controller position	point	I/O Type

Slika 4. Adresiranje ulaza i izlaza kod Twido PLC kontrolera

TwidoSuite nam pruža mogućnost provere programa u smislu pronalaženja semantičkih grešaka, kao i pokretanje simulacije radi provere ponašanja programa pre nego se on

prebaci u memoriju kontrolera. Za prebacivanje se koriste posebni mrežni kablovi, kao i TSXCUSB485, USB u RS485 konverter prikazan na slici 5.

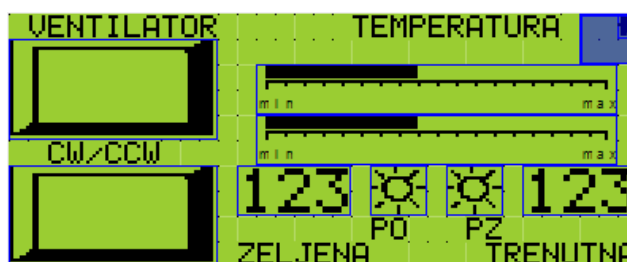


Slika 5. USB u RS485 konverter i twido PLC kontroler

Vijeo-Designer Lite je konfiguracioni softver koji omogućava dizajneru kreiranje HMI (human machine interface) aplikacija koje će biti korišćene od strane operatera na HMI terminalima [2]. HMI aplikacija na terminalima, uglavnom se koristi za prikazivanje informacija i alarma automatizovanih sistema, ali i omogućava operateru unošenje i kontrolu nekih vrednosti parametara u automatizovan sistem. Moguće je pokrenuti simulaciju HMI aplikacije, tj. moguće je testiranje aplikacije kao da smo konektovani na PLC, iako se testiranje obavlja bez povezanog terminala ili PLC-a.

Nakon kreiranja aplikacije moguće je prebacivanje na terminal i obrnuto, moguće je prebaciti aplikaciju sa terminala u *Vijeo-Designer Lite* i modifikovati je. Samo jedna aplikacija može biti otvorena u *Vijeo-Designer Lite*, ali zato može biti pokrenuto više instanci programa istovremeno.

Konkretno, za projekat sušare realizovana su tri panela. Prvi panel sadrži naziv aplikacije i link ka drugom panelu. Treći panel sadrži objašnjenje, kao kratko uputstvo kako treba koristiti aplikaciju. Takođe sadrži i linkove ka drugom i prvom panelu. Drugi (glavni) panel nam služi za rad sa aplikacijom (slika 6). Ima dva dugmeta za pokretanje rada ventilatora i određivanje smera okretanja poklopca. Takođe sadrži dva indikatora koji pokazuju vrednost trenutne i željene temperature i grafički i numerički, dva pokazatelja za potpuno otvoren i potpuno zatvoren poklopac i link ka trećem panelu.



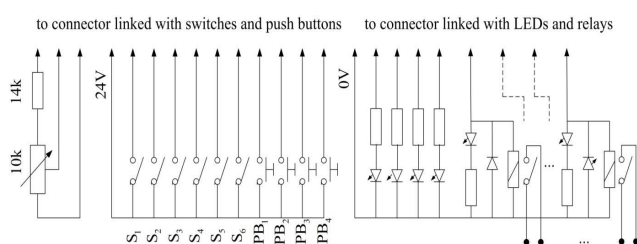
Slika 6. Drugi (glavni) panel aplikacije

Što se tiče panela za alarme, imamo tri koja imaju različita pozadinska osvetljenja kada se aktiviraju, a upućuju na kvar sa grejačem, motorom ventilatora i

motorom poklopca. Uz svaki od ovih panela se vezuje promenljiva koja je u okviru TwidoSuite programa prethodno definisana.

IV. PRINCIP RADA

U donjem horizontalnom delu kofera, postoje šest prekidača (S_1 - S_6), četiri tastera (PB_1 - PB_4), koji simuliraju digitalne ulaze, a potencijometar simulira analogni ulaz od 0 do 10V jednosmerne struje (slika 7). Za simulaciju digitalnih izlaza, postoje četiri LED indikatora za prva četiri izlaza i četiri relea sa LED indikatorima za preostala četiri izlaza. Za povezivanje prekidača i tastera sa PLC ulazima koriste se konektori koji se takođe nalaze u ovom delu kofera. Na sličan način se povezuju i izlazi PLC-a sa željenim LED indikatorima. Ukoliko želimo da pratimo i kontrolišemo neki realni sistem ovi konektori mogu biti iskorišćeni u tu svrhu.



Slika 7. Električna šema donjeg dela LABSE kofera

Na prvi ulaz se dovodi signal koji uključuje ili isključuje ventilator (I0.0), a na drugi (I0.1) dovodimo signal za uključivanje motora poklopca (I0.0-I0.9 odgovaraju ulazima S1-PB4 na slici 7). Smer okretanja poklopca se određuje još jednim signalom sa trećeg ulaza (I0.2). Dva granična prekidača nam daju informaciju o potpuno otvorenom ili potpuno zatvorenom poklopcu (I0.3 i I0.4). Zatim ide ulaz za selektovanje režima rada (ručno ili automatski, ulaz I0.5). Ulaz (I0.6) uključuje ili isključuje grejač. Ulazom (I0.7) vršimo odabir upisa trenutne ili željene temperature (funkcija multipleksera 2/1 za analogne signale), a ulazima (I0.8 i I0.9) se na sličan način vrši aktiviranje alarma.

S' obzirom na to da kontroler koji se koristi u projektu ima samo jedan analogni ulaz, potrebno je koristiti multiplexer za uvođenje većeg broja analognih signala za obradu. Kako je za potrebe ovog projekta dovoljno uvesti samo dva analogna signala, to se jedan od ulaza može iskoristiti za kontrolisanje multipleksera 2/1 kojim se analogni signali uvode za obradu. Jedan analogni signal je željena temperatura, a drugi trenutna temperatura.

Na izlaze idu signali za uključivanje ventilatora (Q0.1), za pokretanje motora poklopca (Q0.2) i signal koji nam realizuje okretanje u smeru kazaljke na satu ili suprotnom od smera kazaljke na satu (Q0.3). Izlazom (Q0.4) realizujemo ručno ili automatsko upravljanje, a (Q0.5 i Q0.6) daju informaciju o krajnjim položajima poklopca. (Q0.7) uključuje ili gasi grejač, a (Q0.0) daje informaciju koja temperatura se trenutno upisuje.

Automatsko i ručno upravljanje grejačem realizovano je tako što se za ručno upravljanje jednostavno vrši uključivanje ili isključivanje grejača po potrebi. Međutim za automatsko upravljanje, potrebno je uporediti vrednosti trenutne i željene temperature, i ukoliko je trenutna temperatura manja od željene upaliti grejač i otvoriti poklopac do maksimuma.

Jasno je da motor poklopca ne sme raditi ako je poklopac u nekom od krajnjih položaja, a da će se grejač paliti i gasiti zavisno od toga koje smo upravljanje odabrali, pa je samim tim nemoguće upaliti grejač ručno ukoliko je automatski režim aktivan.

ZAKLJUČAK

Schneider Electric PLC kontroleri su idealni za jednostavne instalacije i male mašine, kompaktni i modularni. Korišćenjem GSM modema omogućeno je obaveštavanje operatera slanjem SMS poruka ili e-mail poruka o trenutnom stanju sistema. Magelis displeji i terminali i industrijski PC uređaji odlikuju se lakoćom ugradnje, a inteligentni softver pojednostavljuje dizajn HMI aplikacija.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje svim nastavnicima i saradnicima sa katedre za Automatiku, naročito profesoru Zoranu Jovanoviću i asistentima Saši Nikoliću, Staniši Periću i Miodragu Spasiću.

LITERATURA

- [1] TwidoSuite documentation (Twido HW Guide, Twido Programming guide...)
- [2] Vijeo-Designer Lite documentation (Quick reference guide, user manual...)
- [3] <http://www.wikipedia.org/>
- [4] <http://www.schneider-electric.rs>
- [5] <http://www.elfak.ni.ac.rs>
- [6] <http://www.nigos.rs>
- [7] <http://www.poljoberza.net>

PSoC signal generator

Miloš Marjanović, Aleksandar Vulović

Sadržaj - U ovom radu biće predstavljeni primeri realizacije generatora signala, FSK (Frequency Shift Keying) modulatora i DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) birača telefonskih brojeva korišćenjem PSoC arhitekture. Realizovani mikrosistemi su bazirani na WaveDAC8 komponenti čija su unutrašnja struktura i način konfigurisanja detaljno opisani. Konkretni primeri su predstavljeni električnom šemom i odgovarajućim kodom, a dati su i izgledi izlaznih signala ovih mikrosistema.

I. UVOD

Kompanija Cypress i arhitektura programabilnih sistema na čipu (Programmable System on Chip – PSoC) postavljaju novi standard u oblasti mikrokontrolera. PSoC komponente obavljaju funkcije kao mikrokontroleri, ali i mnoge druge [1]. Omogućavaju izradu kompletnog analognog sistema u okviru jedinstvenog čipa, poseduju fleksibilnost u oblasti rutiranja signala i mogućnost rekonfiguracije.

U ovom radu predstavljeno je više primera realizacije generatora signala. Projekat je realizovan pomoću razvojnog okruženja CY8CKIT [2], koji podržava PSoC1, PSoC3 i PSoC5 arhitekture. Za realizaciju je korišćen čip iz familije CY8C38XX, konkretno CY8C3866AXI-040 [3]. Za razvoj softvera korišćen je PSoC Creator 2.0, a za programiranje PSoC Programmer 3.13.3.



Slika 1. Izgled PSoC razvojnog okruženja

Softversko razvojno okruženje PSoC-a, PSoC Creator dolazi sa integrisanim Keil C51 kompajlerom. Razvojni alat omogućava konfigurisanje analognih i digitalnih komponenti sistema. Hardverski deo se programira

M. Marjanović i A. Vulović su studenti na smeru Mikroelektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: m_milos@medianis.net

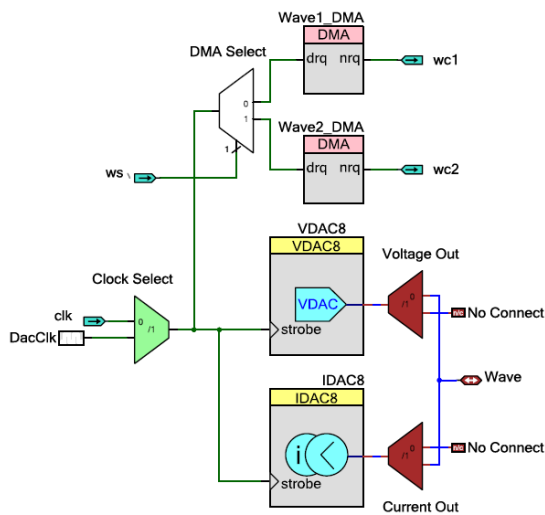
šematskim postupkom, a na raspolaganju su biblioteke dostupnih komponenti. PSoC Creator konfigurise delove čipa tako da odgovaraju izabranim komponentama i vezama između njih. Osnovne aktivnosti pri izradi PSoC projekta su konfigurisanje opštih komponenti sistema (izvori takta, I/O pinovi), konfigurisanje fiksnih funkcija i programabilnih analognih i digitalnih komponenti PSoC-a i pisanje odgovarajućeg firmware-a. Kôd ovog projekta pisan je u programskom jeziku C.

II. WAVEDAC8 KOMPONENTA

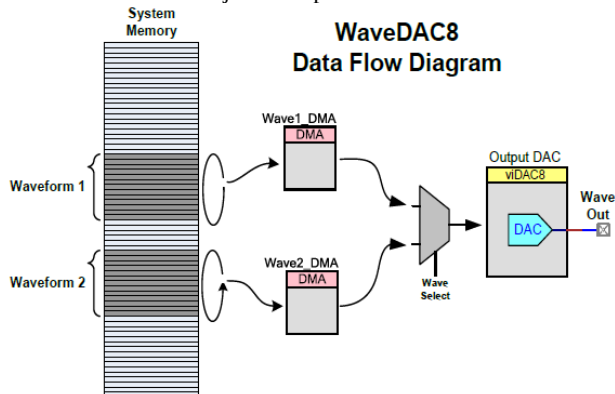
Osnovna komponenta koja omogućava projektovanje signal generatora je WaveDAC8 [4]. Pored standardnih (sinusni, četvrtasti, testerasti i trougaoni) može da generise signale proizvoljnog oblika pri čemu izlaz može biti napon ili struja. Moguća je hardverska selekcija između dva izlazna signala, a za promenu njihove frekvencije moguće je koristiti spoljašnji izvor takta. Interno, komponenta je sastavljena iz naponskog (strujnog) digitalno – analognog konvertora (DAC), kanala za direktni pristup memoriji (DMA) i izvora takta. Konfiguracija ovih podkomponenti podržana je grafičkim korisničkim interfejsom i odgovarajućim API (Application Programming Interface) funkcijama.

A. Unutrašnja struktura komponente

PSoC Creator omogućava korišćenje standardnih komponenti za realizaciju kompleksnih komponenti. Jezgro WaveDAC8 komponente je 8-bitni DAC. Električna specifikacija ovog modula identična je sa standardnim PSoC Creator VDACC8 i IDACC8 modulima. Dva DMA kanala koriste se da bi preneli numerički niz podataka od memorije do konvertora. Podaci su dati u look-up tabeli, kojom je definisana veza između naponskih nivoa u određenim vremenskim trenucima. Kada se definiše željeni oblik signala pomoću korisničkog interfejsa, automatski se konfigurise svaki od DMA kanala za prenos podataka, tako da je u svakom trenutku samo jedan od njih aktivan. Ulaznim signalom „ws“ (slika 2) selektuje se koji od DMA kanala se okida signalom takta. Kada se preko DMA kanala prenese poslednja vrednost iz look-up tabele signala, komponenta signalizira postavljanjem logičke jedinice na pinove „wcl“ ili „wc2“ (slika 2), u zavisnosti od selektovanog kanala. Multiplexer označen sa „Clock select“ je značajan u fazi konfigurisanja sistema, a nakon kompajliranja (izvršenog rutiranja veza) gubi funkciju. Na slikama 2 i 3 prikazane su šema unutrašnjosti komponente i tok podataka kroz komponentu.



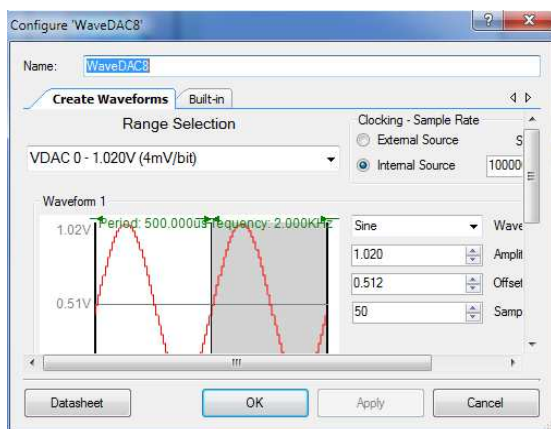
Slika 2. Šema unutrašnjosti komponente WaveDAC8



Slika 3. Tok podataka kroz WaveDAC8

B. Konfiguracija komponente

Komponenta se u okviru projekta dodaje kao vezana („dependency“) tako da se pojavljuje u biblioteci komponentata, te ju je moguće ubaciti u šemu projekta i konfigurirati. Konfiguracioni dijalog komponente WaveDAC8 omogućava jednostavno definisanje oblika i frekvencije signala i prikazan je na slici 4.



Slika 4. Konfiguracioni dijalog komponente WaveDAC8

Konfiguracioni dijalog podjeljen je u tri sekcije. U gornjoj sekciji definišu se DAC opseg i mod, brzina uzorkovanja i bira interni ili eksterni izvor signala takta. Ova podešavanja važe za oba signala koja se definišu. Može se izabrati jedna od 8 opcija izlaznog opsega (dva naponska opsega i 6 strujnih). U ovom projektu izabran je VDAC 0-1.020 V (4 mV/bit). Ako se selektuje unutrašnji takt, moguće je još konfigurirati i DAC sample rate, a prikazuju se i frekvencija i perioda signala. Ako se selektuje spoljašnji izvor takta, na simbolu komponente pojavljuje se „clk“ ulaz. U srednjoj sekciji, Waveform1 i Waveform2 omogućavaju da se definišu odvojeni signali: oblik, amplituda i ofset signala, kao i izlazni opseg DAC-a. Koji će se od definisanih signala generirati određuje signal na ulazu „ws“. Logičkom nulom bira se Waveform1, a logičkom jedinicom Waveform2. Može se izabrati jedan od već definisanih signala: sine, square, triangle, sawtooth. Moguće je podesiti i nestandardne oblike. Frekvencija izlaznog signala je funkcija SPS-a (Sample rate) i Samples parametra za svaki signal. Samples definiše koliko vrednosti u look-up tabeli se koristi za opis jedne periode signala:

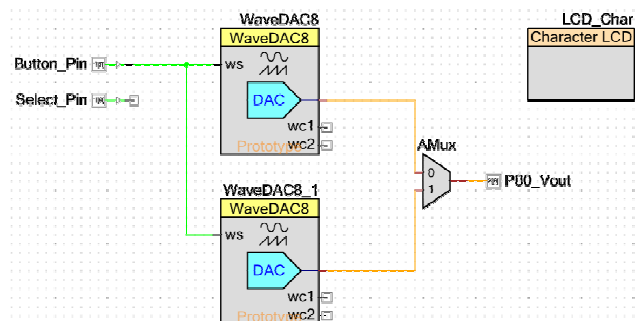
$$\text{frekvencija} = \frac{\text{Sample_Rate}}{\text{Samples}} \quad (1)$$

Kako se parametar Samples definiše za svaki od signala, moguće je da signali imaju različitu izlaznu frekvenciju. Na primer, ako je SPS podešen na 100 kHz, a parametar Samples na 100 i 50, signali će imati frekvenciju 1 kHz i 2 kHz, respektivno.

III. PRIMERI PRIMENE

A. Generator funkcija

Generator funkcija određene frekvencije i amplitude jednostavno se kreira pomoću WaveDAC8 komponente. U okviru ovog projekta realizovan je generator sinusnog, četvrtastog, trougaonog i testerastog signala. PSoc šema za ovaj primer prikazana je na slici 5. U projekat treba uključiti i konfigurirati: 2 WaveDAC8 komponente, 2 digitalna ulazna pina, analogni multiplexer, analogni izlazni pin i LCD displej.



Slika 5. Šema generatora funkcija

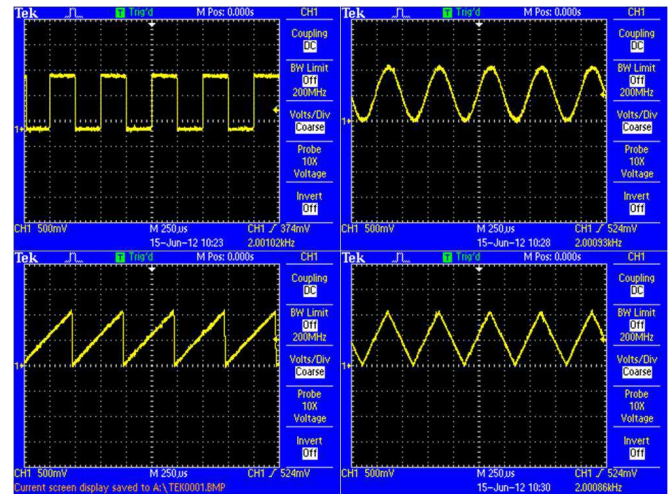
Tasteri na razvojnom okruženju koriste se za selekciju funkcije. Tasterima su interno priključeni pull up otpornici odgovarajućim konfigurisanjem digitalnih ulaznih pinova. Kada je "button" taster pritisnut, na pinu Button_Pin je napon logičke nule, ovim WaveDAC8 generiše sinusoidu, a WaveDAC8_1 generiše trougaoni signal. Suprotno, kada taster nije pritisnut, logička jedinica na ulazu Button_Pin selektuje četvrtasti signal iz WaveDAC8 i testerasti signal iz WaveDAC8_1. Koji od signala (sinusni ili trougaoni, četvrtasti ili testerasti) će biti prosleđen preko analognog multipleksera na izlazni analogni pin zavisi od stanja tastera "select". Naime, koji ulaz će se proslediti na izlaz multipleksera kontroliše se softverski. Ako je taster pritisnut, na Select_Pinu će biti napon logičke nule, u tom slučaju se u softveru korišćenjem funkcije AMux_Select(1U) selektuje ulaz '1', tj. prosleđuje se izlaz iz WaveDAC8_1 komponente. Ako taster nije pritisnut selektuje se ulaz '0', tj. prosleđuje se izlaz iz WaveDAC8 komponente. Koja od funkcija je izabrana prikazuje se na LCD displeju.

Listing koda za generator funkcija (main.c):

```
#include <device.h>
#include "AMux.h"
void main()
{
    WaveDAC8_Start();
    WaveDAC8_1_Start();
    LCD_Char_Start();
    LCD_Char_Position(0,0);
    LCD_Char_PrintString("Wave Type: ");
    AMux_Start();

    for(;;)
    {
        if(Button_Pin_Read())
        {
            if(Select_Pin_Read())
            {
                LCD_Char_Position(1,0);
                LCD_Char_PrintString(" SQUARE
1Vpp ");
                AMux_Select(0U);
            }
            else
            {
                LCD_Char_Position(1,0);
                LCD_Char_PrintString(" SAWTOOTH
1Vpp ");
                AMux_Select(1U);
            }
        }
        else
        {
            if(Select_Pin_Read())
            {
                LCD_Char_Position(1,0);
                LCD_Char_PrintString(" SINE
1Vpp ");
                AMux_Select(0U);
            }
            else
            {
                LCD_Char_Position(1,0);
                LCD_Char_PrintString(" TRIANGLE
1Vpp ");
                AMux_Select(1U);
            }
        }
    }
}
```

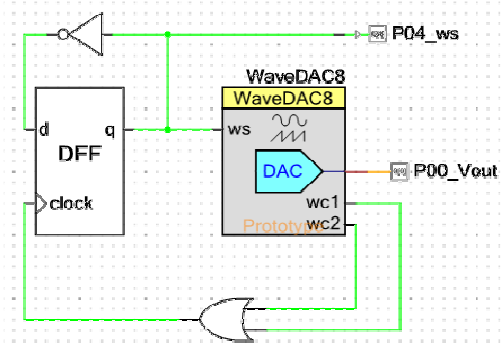
Koristi se funkcija „WaveDAC8_Start()“, kojom se setuje ADC, interni takt i DMA. Posle kompajliranja projekta i programiranja, na osciloskopu koji se priključi na izlazni pin P0(0) mogu se videti definisani signali, kao što je prikazano na slici 6. Signal će biti generisan bez opterećenja CPU-a, dok se rad komponente ne zaustavi, pozivanjem funkcije Stop.



Slika 6. Signali PSoC generatora za različite kombinacije vrednosti Button i Select tastera

B. FSK modulator i predajnik

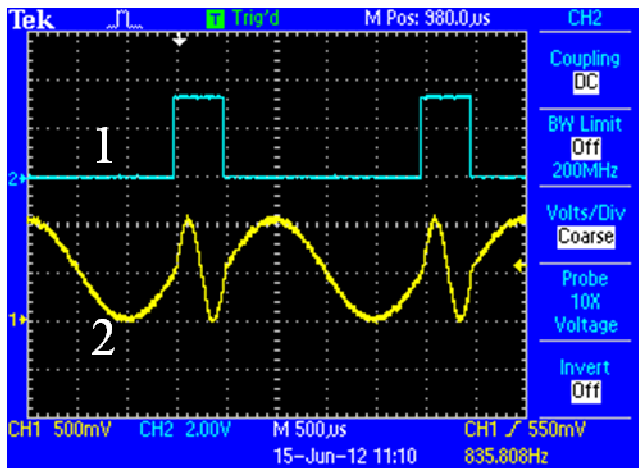
PSoC FSK (Frequency Shift Keying) modulator može se realizovati pomoću jedne WaveDAC8 komponente i određenih digitalnih komponenti kao što je šematski prikazano na slici 7. Signali wc1 i wc2 iz WaveDAC8 komponente koriste se kao izvor takta za D flip-flop, čije stanje na izlazu bira koji od definisanih signala se generiše na izlazu.



Slika 7. Šema FSK modulatora

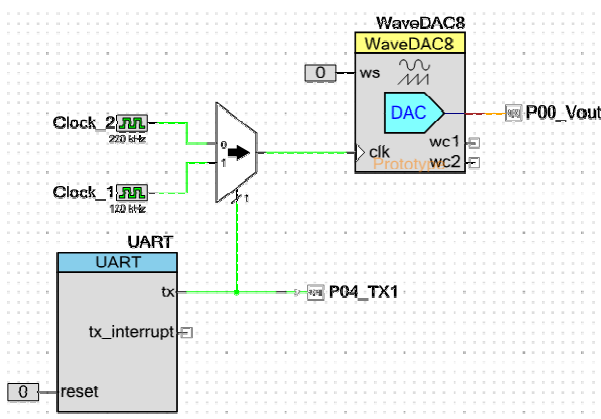
Signali wc1 i wc2 dobijaju vrednost logičke jedinice nakon prenosa poslednje vrednosti iz tabele signala u DAC, tako da signaliziraju kraj periode signala. Pri pojavi logičke jedinice na nekom od ovih izlaza, signal takta D-FF prelazi iz prethodnog stanja logičke nule u stanje logičke jedinice. Kako se stanje D-FF menja na rastućoj ivici signala takta,

to će u tom trenutku na Q izlaz biti poslata invertovana vrednost od one u prethodnom stanju, s obzirom da se signal sa Q izlaza šalje preko invertora na ulaz D flip fropa. U zavisnosti od Q izlaza flip-fropa biće izabrana sinusoida određene frekvencije. Za izlaz Q jednak '0' i '1', frekvencija sinusnih signala podešena je na 500 i 2000Hz, respektivno. Kod za ovakav generator je minimalan, potrebno je samo inicijalizovati komponentu WaveDAC8, pozivanjem funkcije „WaveDAC8_Start()“. Naponski signali na selekcijom (P04_ws) i analognom izlaznom (P00_Vout) pinu prikazani su na slici 8.



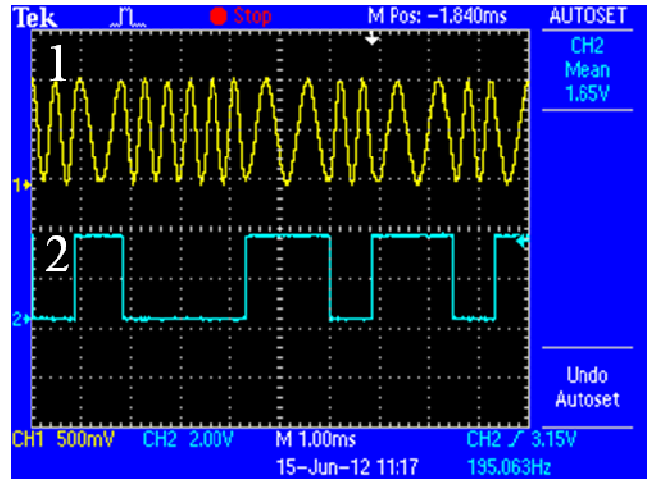
Slika 8. Signali PSoC jednostavnog FSK modulatora: 1. selekcion signal, 2. izlazni analogni signal

Dodavanjem predajne (TX) linije UART-a dobija se FSK predajnik, čija je šema prikazana na slici 9. WaveDAC8 komponentom definiše se samo jedan sinusni signal, ali se koriste dva eksterna izvora signala takta kojim se vrši frekventna modulacija izlaza. Ovo je primer 1200-baud modema u kome izlazni signal prelazi između 1200 i 2200 Hz. Koji će signal takta biti prosleđen na ulaz WaveDAC8 komponente zavisi od vrednosti TX signala iz UART komponente.



Slika 9. Šema FSK predajnika

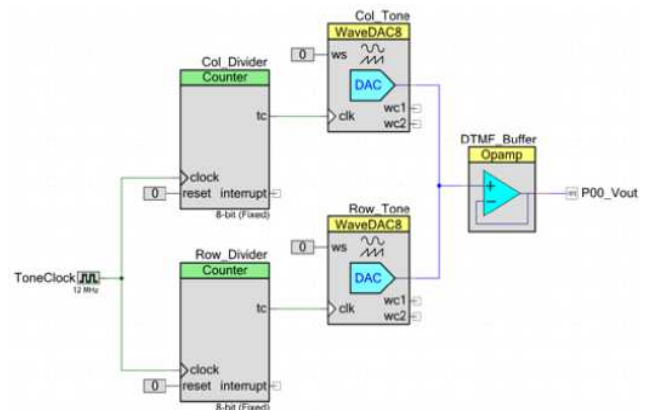
Sofverski se iz UART-a šalje željeni string u FSK-modulisanim formatu (po ASCII kodu). Ovim signalom vrši se selekcija izvora takta tako da se na izlazu dobija sinusoida frekvencije 2200 Hz kada je TX linija na naponu logičke nule, odnosno 1200 Hz, kada je TX linija na naponu logičke jedinice. Naponski signali na predajnoj liniji UART-a (P04_TX1) i analognom izlaznom (P00_Vout) pinu prikazani su na slici 10.



Slika 10. Signali PSoC FSK predajnika: 1. izlazni modulisan signal, 2. TX signal UART-a

C. DTMF birač telefonskih brojeva

Komponenta WaveDAC8 može se iskoristiti za implementaciju Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) birača telefonskih brojeva. Potrebne su dve komponente tako da generišu dva signala u isto vreme. Šema DTMF birača prikazana je na slici 11. Jedinstveni izvor takta koristi se za taktovanje dva brojača čiji izlazi predstavljaju signale takta za po jednu WaveDAC8 komponentu. Perioda ovih brojača menja se za svaki signal. Bafer impedanse vezan je na izlaze WaveDAC8 komponenti tako da mogu da budu priključeni potrošači niske impedanse (npr. zvučnici).



Slika 11. Šema DTMF birača telefonskih brojeva

Kada se dva DAC-a vežu paralelno, tada se jednostavno kombinuju dve struje DAC-a i dva paralelna otpornika. Izlaz ove mreže je suma dva signala podeljena sa 2, što je dobra karakteristika kada dizajn zahteva kombinovanje dva signala. Tabela 1 prikazuje standardne DTMF signale za svaki taster brojačnika. Pored standardnih cifara od 0 do 9, * i #, podržani su i karakteri A, B, C i D.

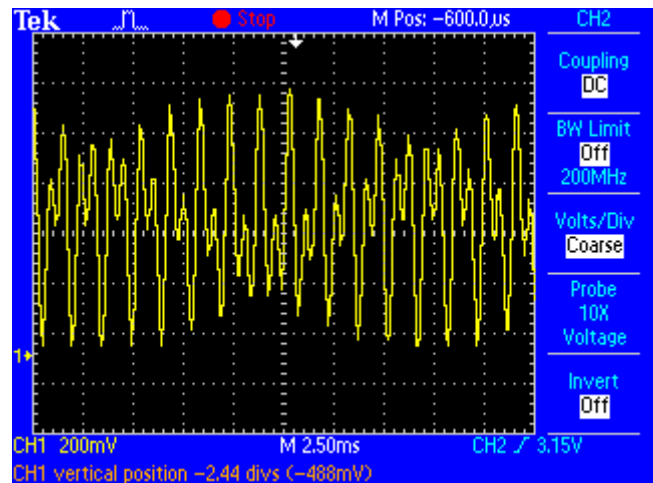
TABELA 1
VREDNOSTI DTMF FREKVENCIJA I PERIODA BROJAČA

		Col_Divider Period			
		198 (1209 Hz)	179 (1336 Hz)	161 (1477 Hz)	146 (1633 Hz)
Row Divider Period	214 (697 Hz)	1	2	3	A
	194 (770 Hz)	4	5	6	B
	175 (852 Hz)	7	8	9	C
	158 (941 Hz)	*	0	#	D

Kada se pritisne jedan taster, dva signala, od kojih je jedan iz odgovarajuće kolone, a drugi iz odgovarajućeg reda, se kombinuju. Na primer, ako je pritisnut taster 2, signali od 1336 Hz i 697 Hz se kombinuju. Ovi signali generišu se pomoću WaveDAC8 komponenti. Pošto se brojač koristi kao delitelj, period brojača je funkcija frekvencije signala takta, frekvencije signala tona i parametra *Samples*, koji se definiše pri konfigurisanju WaveDAC8 komponente:

$$Period_Brojaca = \frac{frekvencija_takta}{frekvencija_tona \times Samples} - 1 \quad (2)$$

Vrednosti periode brojača date su, takođe, u tabeli 1. U softveru DTMF telefonskog birača definišu se dužine trajanja tona, pauze između tonova, kao i trajanje pauze ako je unet nepodržani karakter. Izlazni signal za ton cifre je kombinacija dva signala različitih frekvencija (slika 12).



Slika 12. Signal DTMF birača telefonskih brojeva

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazano je nekoliko primera korišćenja komponente WaveDAC8 za realizaciju različitih signal generatora. Prednost primene ovih periferija PSoC-a ogleda su u činjenici da je sa samo jednim čipom moguće realizovati veoma složene sisteme, a pri tome je cena znatno manja u poređenju sa komercijalnim sistemima. Postoji mogućnost unapređenja funkcija ovakvog signal generatora dodavanjem opcija promene amplitude i frekvencije signala tokom rada sistema kroz odgovarajući korisnički interfejs.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju doc. dr Aneti Prijić na stručnim savetima i korisnim sugestijama u izradi ovog rada. Rad predstavlja praktični deo ispita „Integrirani mikrosistemi“ (SG MIM, VIII semestar).

LITERATURA

- [1] R. Ashby, “My First Five PSoC 3 Designs”, Cypress Semiconductor Corporation, 2011. [On Line] Dostupno na: <http://www.cypress.com/?rID=43123>
- [2] “CY8CKIT”, Cypress Semiconductor Corporation, 2012. [On Line] Dostupno na: <http://www.cypress.com/?rID=37464>
- [3] “CY8C3866AXI-040”, datasheet, Cypress Semiconductor Corporation, 2012. [On Line] Dostupno na: <http://www.cypress.com/?docID=33168>
- [4] M. Hastings, “PSoC3/PSoC5 Easy Waveform Generation with the WaveDAC8 Component”, Cypress Semiconductor Corporation, 2012. [On Line] Dostupno na: <http://www.cypress.com/?rID=54728>

Propeler sat sa LED diodama

M. Đorđević, I. Ranković

Sadržaj – U ovom radu je prikazano kako se motor hard disk jedinice [1] može upotrebiti zajedno s LED diodama za realizaciju analognog sata. Iskorišćen je i mikrokontroler PIC18F452 [2].

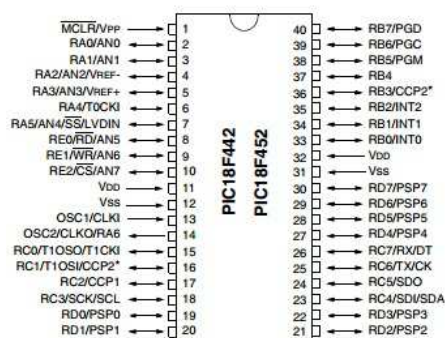
I. UVOD

Ovaj sat se bazira na *Event Driven* [3] programiranju. To znači da sistem mora da „hendluje“ događaje u vremenu i dovoljno brzo odreaguje i spremi se za sledeći. Osnovna stvar je da postoji Optocoupler koji detektuje Home (početnu poziciju), nakon čega počinje iscrtavanje sata.

II. PRINCIP RADA SISTEMA

PIC18F452 poseduje *bootstrap loader* [3], što znači da se program spušta direktno na mikrokontroler u EEPROM memoriju [4] i odatle se izvršava. Inače ovaj mikrokontroler pripada PICAXE [5] familiji mikrokontrolera. To je standardni Microchip PIC mikrokontroler koji je unapred programiran sa PICAXE kodom firmware-a. Bootstrap kod omogućava PICAXE mikrokontroleru da bude ponovo programiran „u poziciji“ direktno preko kabla za preuzimanje „Trožične“ jednostavne veze. Ovo eliminiše potrebu za (skupim) konvencionalnim PIC programatorima, čineći ceo posao programiranja tzv. sistem low-cost, USB kablom. Isti softver i download kabl se koristi za sve PICAXE čipove raznih veličina.

Mikrokontroler se napaja sa 5 V DC napona, koji se dobija pretvaranjem napona napajanja (9 V DC baterija, dok se motor napaja DC naponom od 12 V) pomoću stabilizatora napona 7805 [6]. LED diodama se upravlja po principu jedna LED dioda na jedan pin PIC-a. Na slici 1. se može videti pinout mikrokontrolera. U pitanju je 40 pinski mikrokontroler.



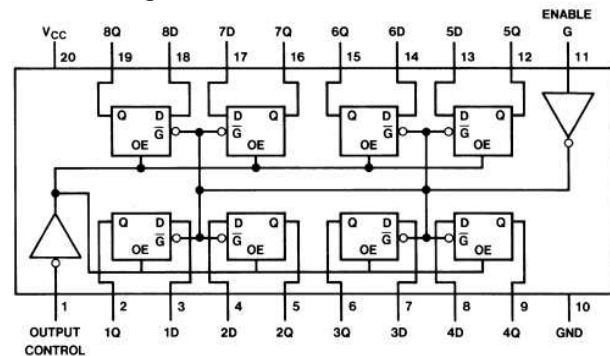
Slika 1. Mikrokontroler PIC18F452

M. Đorđević, sa smjera Mikroelektronika i Mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

I. Ranković, sa smjera Računarske nauke, Računarski fakultet u Beogradu, Knez Mihailova 6. 11000 Beograd, Srbija.

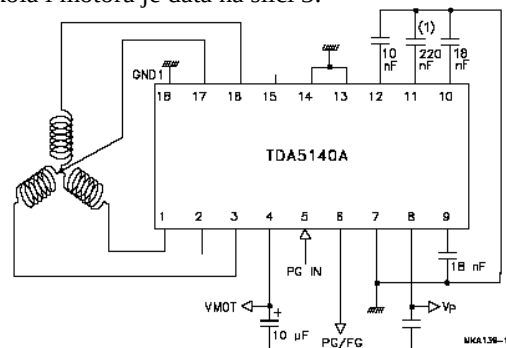
Naponom od 5V se napajaju i drajveri LED dioda [7] – IC74LS374 [8]. Kako bi to preopteretilo mikrokontroler, iskorišćeni su LED drajveri. U pitanju su lečevi koji služe da se signal sa odgovarajućeg pina mikrokontrolera vodi na odgovarajuću katodu LED diode. Ovde je iskorišćena logika gde se anode „emitiraju“ preko „pull up“ otpornika, koji u ovom slučaju iznose 330 Ω , i dalje se vode na 5 V DC napona. Svaki od drajvera upravlja po 8 LED dioda.

LED drajveri su kako je već naglašeno lečevi realizovani preko D – flip flopova [9], gde postoji 8 ulaza (D) i 8 izlaza (Q), jedan pin za dozvolu rada (Enable) i jedan pin za kontrolu izlaza. D – flip flopovi su ovde iskorišćeni kao bistabilna kola kod kojih izlaz stalno prati promene na ulazima dok se eventualno ne dovede pobudni signal koji zamrzava stanje na izlazu i ova kola se nazivaju leč kolima (eng. latch). Na slici 2. je data unutrašnja struktura ovog kola.



Slika 2. Unutrašnja struktura LED drajvera

Pokretanje celog sistema se vrši motorom hard disk jedinice, čiji motor ima četiri izvoda, tj. vezan je u „zvezdu“ [10]. Tri žice su vezane za svaku od tri faze, dok je četvrta žica vezana za čvorište. Motorom se upravlja – „drajvuje“ kolom za drajvovanje DC motora sa četkicama TDA5140A [11]. Kolo je 18-to pinsko. Slika povezivanja TDA kola i motora je data na slici 3.



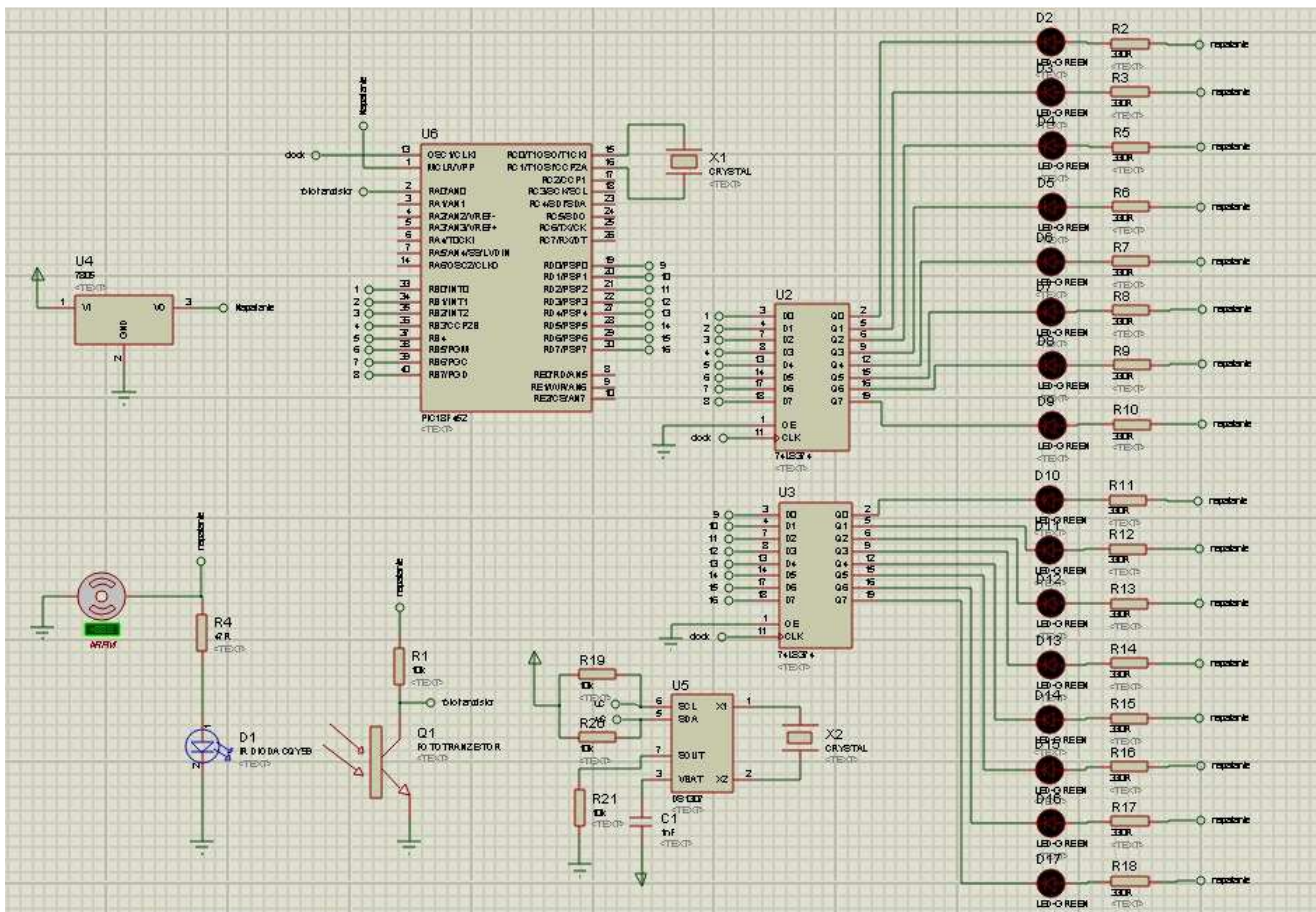
Slika 3. Šema povezivanja TDA kola i motora

Za iscrtavanje slike iskorišćeno je 16 LED dioda, od kojih su 15 zelene, a jedna je crvena. Zelene diode iscrtavaju kazaljke za sekunde, minute i sate, dok crvena dioda iscrtava krug, tj. okvir samog sata. Kao što je već navedeno, na katode pojedinačno se dovodi signal sa LED drajvera, dok se na svaku od anoda vezuje *pull up* otpornik i sve zajedno vodi na napon napajanja od 5 V DC, koji se dobija sa stabilizatora napona. Da bi se slika sinhronizovala i da se nebi desilo da slika „šeta“, prethodno je izvršen proračun kako bi se odredilo kada se koja od dioda pali i koliko dugo svetli.

A. Proračun

Pre svega, mora se imati u vidu kolika je brzina obrtanja motora, u ovom slučaju je to 7200 obrtaja u

minuti. Dakle za jednu sekundu, ovaj motor se okrene 120 puta. Takođe treba izračunati i koliko je vreme potrebno da bi se izvršila jedna cela rotacija. U ovom slučaju je to $8,333 \cdot 10^{-3}$ sekundi. Dalje treba odrediti koliko je potrebno vremena da se motor pomeri od 1° do 2° , vreme potrebno iznosi $2,314814 \cdot 10^{-5}$ sekundi. Na kraju se računa i kolika je pauza za rad LED dioda, tj. koliko dugo svetle i kolika je pauza između aktivnog i neaktivnog režima rada, što zavisi od kvarcnog kristala [12]. U ovom slučaju je korišćen kvarcni kristal vrednosti 8 MHz, kako ovaj mikrokontroler multiplicira 4 puta frekvenciju rada, imamo da radi na 32 MHz. Šema sata je data na sl. 4. Šema je rađena u programskom paketu Proteus [13].



Slika 4. Šema sata

B. Sinhronizacija i opis koda

Određivanje početnog položaja, tj. trenutka kada mikrokontroler počinje iscrtavanje sata, vrši se pomoću optokaplera koji je izveden pomoću infracrvene diode CQY99 i senzora infracrvenog zračenja TSOP34138 [14]. Senzor se nalazi na vrhu pločice koja se okreće, dok se dioda nalazi na ploči na kojoj je fiksiran motor, a logika detektovanja je sledeća: kada senzor detektuje svetlost infracrvene diode šalje signal mikrokontroleru. Dakle

detektovanje infracrvenog svetla označava tzv. „home“ položaj, to je mesto gde je 12 sati i odatle kreće crtanje. I to je vezano za nemaskirani *interrupt* INT0 [15]. To znači da će kad god se desi okidanje interrupt-a, tj. prolazak kroz Home poziciju da se odradi ISR (*interrupt service routine*) [16] koja je u programu vezana za taj događaj. U toj rutini treba odraditi sve da se resetuju svi brojači i da se krene sa crtanjem iz početka. Zbog toga je bitno poznavati brzinu obrtanja motora, kako nebi došlo do desinhronizacije slike. Pored ove glavne ISR postoji još

nekoliko za setovanje-resetovanje *timera* ();
 ISR(INT1_vect) - uvećava broj sekundi za jedan, tj. prošla
 1 sec ISR(TIMER0_OVF_vect) - reset timer 1 i jos neke,
 samo *hendlovanje* interruptima se radi sa dve instrukcije:
 sei() i cli(), setuj i clear interrupt-a unutar nje se odradi šta
 treba. Samo crtanje je odrađeno u *AnalogMode*, to je
 funkcija za rad sa Analognim satom. Osnovni princip je
 sledeći: *Timer* upisuje sekunde, minute i sate na lokacije
 definisane u memoriji, a ovde se čitaju i na osnovu trenutne
 pozicije se računa šta treba da se crta za svaku od kazaljki.

DataRTC[HOURS_ADDR];

DataRTC[MINUTES_ADDR] i

DataRTC[SECONDS_ADDR],

su vrednosti koje se čitaju sa lokacija u memoriji. Osnovno
 je da se odredi pozicija svake kazaljke u datoj poziciji
 motora. Na osnovu matematike šta treba da se crta radi se
 samo crtanje. Pošto ovaj sat ima 16 LED dioda, znači da
 treba da iscrta 2 sekcije po 8 bita. To je Array Linia koja
 ima 2 elementa, i to su 2 sekcije Led dioda koje se pale
 lečevima.

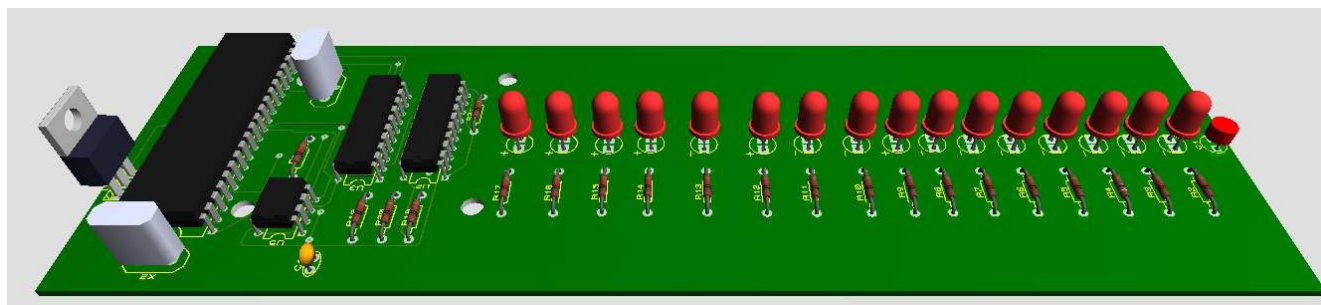
NPR:

Linia[0] = 0b11110000;

Linia[1] = 0b11111111;

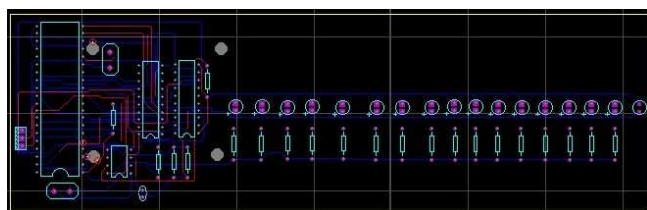
Kad spakuje šta i kad treba da crta, onda pozove funkciju
 koja ovo pošalje na izlaze, a to je: Send2Bytes(Linia[0],
 Linia[1]); 1 - znači pali. 0- uzemlji, gasi diodu. I kad iscrta
 onda pozove naredbu delay, da bi sačekao sledeću poziciju
 da ponovo računa i crta: _delay_ms(0.04); Ovaj delay se
 računa zavisno od brzine motora. To je vreme za
 sinhronizaciju softvera sa motorom i time se postiže da
 slika miruje. Glavni deo programa je u main() delu. Tu
 program logički kreće i inicijalizuje sve brojače i timere, a
 interruptne rutine rade svoje.

Vreme se dovodi sa sata realnog vremena –
 RTC [17] koji je realizovan kolom DS1307Z [18]. Ovo
 kolo poseduje I²C magistralu [19]. Povezano je na bateriju
 kako bi se održavala informacija o realnom vremenu. *Real
 Time Clock* (RTC) je grupa brojača koja služi za merenje
 vremena kada je sistem uključen na napajanje, i opcionalno
 kada je isključen. Koristi veoma malo energije u režimu
 smanjene potrošnje (power-down mod).



Slika 5. 3D model pločice sa komponentama

Na slici 5. se može videti 3D model pločice sa
 komponentama, takođe se vide i tri rupe koje su iskorišćene
 za montiranje pločice na motor. Na vrhu pločice se nalazi
 optokapler, koji kao što je navedeno služi za sinhronizaciju
 slike. Izgled štampane ploče je dat na slici 6. Štampana
 ploča je rađena u programskom paketu Proteus.



Slika 6. Izgled štampane ploče

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana realizacija analognog
 sata pomoću mikrokontrolera PIC18F452 i LED dioda.
 Korišćeni mikrokontroler se pokazao veoma dobrim,

takođe, umnogome je olakšano programiranje zahvaljujući
 bootstrap loaderu koji se nalazi u samom mikrokontroleru.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju celokupnom nastavnom
 kadru sa katedre za mikroelektroniku na sveobuhvatnoj
 pomoći, prilikom izrade ovog rada.

LITERATURA

- [1] HDD motor, S2504C, Samsung. [On Line]. Dostupno na:
http://www.telstartech.com.tw/Product/Evercom/pdf/4_DC%20micro%20Brushless%20motor.pdf
- [2] PIC18F452, Microchip, data sheet, [On Line]. Dostupno na:
http://plc.mechatronika.hu/piclei/18F24-25-44-45_20.pdf
- [3] Bootstrap loader, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.meinberg.de/english/glossary/bootstrap-loader.htm>
- [4] EEPROM memorija, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.onsemi.com/PowerSolutions/parametrics.do?id=2311>

-
- [5] PICAXE mikrokontroler, članak iz data sheet. [On Line]. Dostupno na:
http://www.picaxe.com/docs/picaxe_manual1.pdf
- [6] Stabilizator napona 7805, data sheet. [On Line]. Dostupno na:
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/7/8/0/5/7805.shtml
- [7] LED drajver, članak. [On Line]. Dostupno na:
http://hades.mech.northwestern.edu/index.php/LED_Drivers
- [8] 74LS347, Texas Instruments, datasheet. [On Line]. Dostupno na:
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS347.shtml
- [9] D - flip flop, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbase/electronic/dflipflop.html>
- [10] Vezivanje motora u zvezdu, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.elitesecurity.org/t441192>
- [11] TDA5140A, Texas Instruments, data sheet. [On Line]. Dostupno na:
http://www.nxp.com/documents/data_sheet/TDA5140A.pdf
- [12] Kvarcni kristal, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.electronics-tutorials.ws/oscillator/crystal.html>
- [13] Proteus, Labcenter. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.labcenter.com/index.cfm>
- [14] TSOP34138, Digchip, data sheet. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/513/TSOP34138.php>
- [15] Interrupt INT0, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.microdesignsinc.com/picbook/bookinfo/C9.pdf>
- [16] ISR, članak. [On Line]. Dostupno na:
http://www.dauniv.ac.in/downloads/EmbsysRevEd_PPTs/Chapter_4Lesson02EmsysNewInterruptBasedIOs.pdf
- [17] RTC, članak. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.maximintegrated.com/products/rtc/>
- [18] DS1307Z, Texas Instruments, data sheet. [On Line]. Dostupno na:
<http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/DS1307.pdf>
- [19] I²C magistrala, članak. [On Line]. Dostupno na:
http://www.atlasmax.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=225
http://www.atlasmax.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=236&Itemid=225

Mapiranje i lokalizacija radnog prostora robota senzorima kratkog dometa

U. Smiljanić, M. Jovanović, I. Tomić

Sadržaj - U ovom radu opisan je deo strukture makete robota, na kojoj će se vršiti obrada primljenih podataka sa drugog kontrolera preko I²C komunikacije i upravljanje kretanjem robota. Sistem treba da obezbedi pravilno i precizno kretanje u prostoru u kome se robot nalazi kako bi bilo omogućeno njegovo bezbedno snalaženje u prostoru, kao i zaobilazanje prepreka. Rad se odnosi na načine upravljanja radom motora koji su implementirani na samom robotu kao i na načine mapiranja i lokalizacije u prostoru mobilnog robota.

I. UVOD

Gde se ja nalazim? Ovo je pitanje koje roboti sebi često postavljaju. Informacija o tačnoj trenutnoj lokaciji i mogućnost odlaska na neku drugu lokaciju je veoma bitno za robote koji se kreću samostalno. Proces pronalaženja samog sebe na nekoj mapi se naziva lokalizacija. Robot sebe može najbolje da lokalizuje tako što će koristiti mapu i informacije koje dobija sa svojih senzora. Jedan od zadataka koje robot treba da obavi jeste i samostalno pravljenje mape prostora po kome se kreće. Deo robotike koji izučava lokalizaciju i mapiranje prostora se naziva SLAM (*simultaneous localization and mapping*).

Jedan od zadataka robota koji se opisuje u ovom radu jeste taj da se snađe u nekom prostoru i da pronađe zadatu tačku i da se nakon pronalaska te tačke vrati na svoju polaznu tačku optimalnim putem.

II. ROBOT

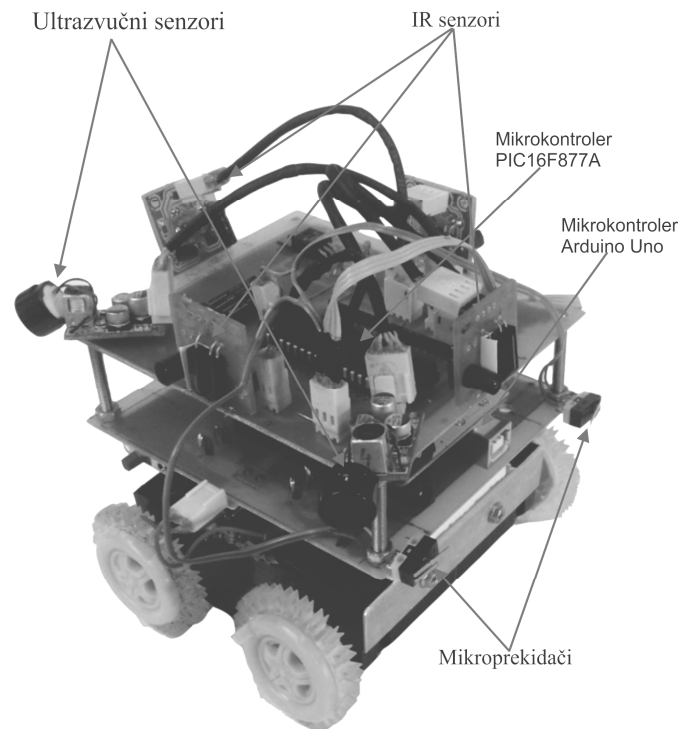
Robot koji je opisan u radu je prikazan na Slici 1. Ceo sistem se sastoji iz tri podsistema i to senzorskog, upravljačkog i pogonskog sistema [1].

Na senzorskom sistemu robota se koriste infracrveni, ultrazvučni senzori i mikroprekidači. Podaci koji se očitavaju sa senzora se preko I²C [2] magistrale šalju ka kontroloru. Za obradu podataka se koristi ArduinoUno R3 [3].

Podaci se šalju u vidu dva osmobitna podatka koji se formiraju na osnovu očitavanja senzora [1].

Za upravljanje motorima se koristi diferencijalno upravljanje. Diferencijalno upravljanje predstavlja

upravljanje pomoću dva motora. Ovo je najjednostavniji algoritam za upravljanje kretanjem robota. Diferencijalno upravljanje se tako naziva iz razloga što smer kretanja robota zavisi od razlike u brzinama dva motora.

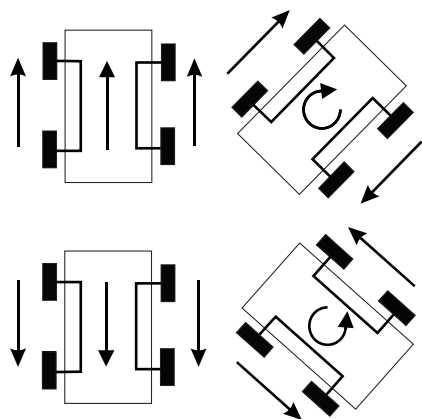


Slika 1. Robot u fazi razvoja.

Diferencijalno upravljanje je veoma pogodno za robote sa lakom šasijom. Lokomocija ovakvih robota je veoma jednostavna, tako da je ovakav algoritam jednostavan za implementaciju. U zavisnosti od smera okretanja osovina motora robot se kreće u određenom pravcu. Promenom brzine motora moguće je regulisati brzinu i ugao skretanja robota. Da bi se postiglo ovako precizno upravljanje potrebno je u sistem uvesti povratnu spregu i PID [4] regulaciju brzine. Diferencijalno upravljanje smerom kretanja robota je prikazano na Slici 2.

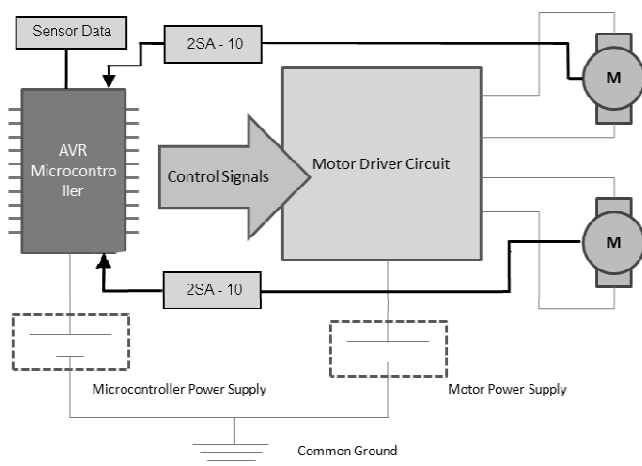
Za upravljanje smerom kretanja motora se koristi H-most. Kao H-most u sistemu je iskorišćeno kolo L293NE [5], pomoću koga je moguće upravljati smerom kretanja motora.

U. Smiljanić, M. Jovanović, I. Tomić are with the Department of Control Systems, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, e-mail: smiljanic.uros@gmail.com, m.jovanovic1987@gmail.com, tomicigortomic@gmail.com



Slika 2. Diferencijalno upravljanje smerom kretanja.

Na Slici 3 je prikazana blok šema po kojoj je realizovano upravljanje robotom koji je prikazan na Slici 1.



Slika 3. Blok šema upravljanja robota.

Da bi bilo moguće precizno kretanje robota u određenom smeru i da bi se znalo za koliko se robot pomerio u sistem se uvode enkoderi. Enkoderi su postavljeni na leve i desne točkove. Kao davač pozicije je iskorišćen magnetni senzor 2SA-10 [6].

III. MAPIRANJE I LOKALIZACIJA U PROSTORU

Uobičajen set procedura koje mora da obezbedi mobilni robot se sastoji od pravljenja mape, autolokalizacije i navigacije (planiranje putanje i zaobilazanje prepreka) [7]. Da bi se obezbedilo mapiranje prostora i navigacija kroz njega koristi se neki od algoritama za simultano mapiranje i lokalizaciju u prostoru – *SLAM*. Problem *SLAM-a* se bavi mogućnošću robota da autonomno započne svoje kretanje u nepoznatoj sredini, da inkrementalno, krećući se, gradi mapu tog prostora i da simultano određuje svoju apsolutnu poziciju na osnovu ove mape [8]. Kako se *SLAM* problem razmatra prilikom kretanja robota u potpuno ili delimično nepoznatim

sredinama onda je rešenje ovog problema znatno otežano. Postoji više različitih rešenja ovog problema. Predloženi sistem za upravljanje i lokalizaciju u zatvorenom prostoru se sastoji od robota sa svojim senzorima i algoritma za njegovo upravljanje i snalaženje u prostoru. U sistemu je implementirana kombinacija više algoritama za kretanje kroz prostor (zaobilazanje prepreka), mapiranje i navigaciju kroz prostor. Za snalaženje robota kroz prostor je implementiran algoritam nasumičnog pronalaska puta (*random mouse algorithm*) i algoritam baziran na semplovima za mapiranje prostora i planiranje optimalne trajektorije.

IV. PRIMENJENI ALGORITMI

Algoritam nasumičnog pronalaska puta se zasniva na tome da se robot kreće pravolinijski sve dok ne naiđe na neku prepreku gde nasumice bira da li će skrenuti na levu ili desnu stranu. Ovakav algoritam će vremenom pronaći zadatu tačku, ali je sa druge strane veoma spor [9].

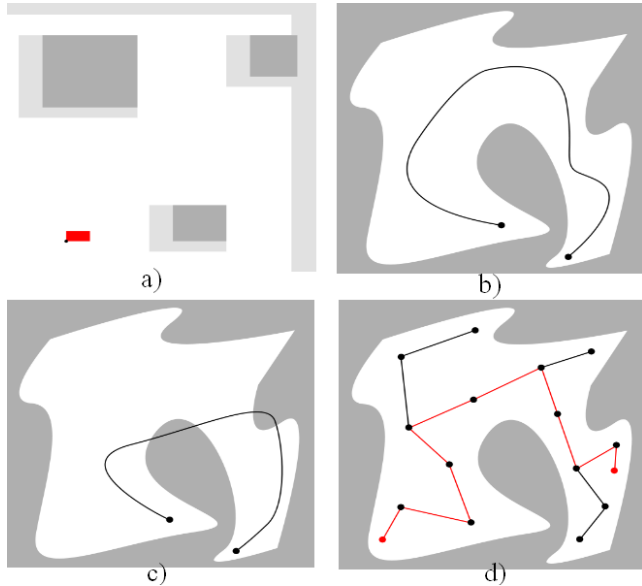
U zavisnosti od podataka koji se primaju sa senzorskog sistema kontroler određuje u kom smeru i kojom brzinom treba da se kreće robot. Pseudo kod za ovakvo upravljanje izgleda:

1. **ulaz** podatak primljen sa senzorskog sistema
2. **donošenje odluke** bazirane na osnovu očitavanja senzora
3. **uraditi jednu od sledećih akcija:**
 - 3.1. **kretanje unapred** – oba točka se okreću unapred istom brzinom
 - 3.2. **kretanje unazad** – oba točka se kreću unazad istom brzinom
 - 3.3. **skretanje u levo** – levi točkovi se kreću unazad, a desni točkovi unapred
 - 3.4. **skretanje u desno** – desni točkovi se kreću unazad, a levi unapred

Na osnovu podataka kojih se primaju sa senzorskog sistema, upravljački sistem tačno zna sa koje strane i na kojoj udaljenosti se nalazi neka prepreka. U podacima koji se šalju sa senzorskog sistema svaki bit predstavlja stanje jednog senzora. Robot se kreće pravolinijski sve dok neki od senzora ne detektuje prepreku ispred robota zbog koje mora doći do promene smeru kretanja. Svaka promena pravca kretanja se u sistemu registruje kao putokaz. Tokom kretanja se izračunava udaljenost između ovih tačaka.

Ove tačke se koriste za mapiranje prostora i izračunavanje trajektorije koja će biti korišćena u povratku robota na početnu poziciju. Za ovo izračunavanje se koristi algoritam baziran na semplovima [10]. Ovaj metod pronalaska optimalne trajektorije se zasniva na konfiguraciji prostora po kome se kreće robot i mape puta koja se sastoji od N semplova koji predstavljaju podtrajektorije. Na Slici 4 je prikazan primer realizacije algoritma baziranog na semplovima. Na Slici 4 a) je prikazan prostor po kome će se kretati robot prikazan u 2D

prostoru. Na Slici 4 b) je prikazana trajektorija koja je ispravna i kojom bi robot trebao da se kreće. Slika 4 c) prikazuje primer nepravilne trajektorije robota jer bi ona dovela do koalizije robota i prepreke. Slika 4 d) predstavlja isplaniranu putanju robota na osnovu tačaka skretanja i podtrajektorija koje su izračunate tokom prvog prolaska robota kroz prostor.



Slika 4. Prikaz algoritma baziranog na semplovima.

Ova dva algoritma su implementirana u sistem tako da se robot u prvom prolasku kroz prostor ponaša kao da se nalazi u lavirintu i da traži izlaz iz njega, tj traži neku zadatu tačku. U ovom prolasku se koristi algoritam za nasumično pronalaženje puta. Tokom tog prvog prolaska kroz prostor vrši se mapiranje prostora. Nakon pronalaska zadate tačke primenjuje se algoritam za planiranje putanje baziran na semplovima. Primenom ovog algoritma se na osnovu pređenog puta u prvom prolasku robota kroz prostor pronalazi optimalna trajektorija za povratak. Tokom povratka robota na početnu poziciju očitavanja sa senzora se koriste za autolokalizaciju robota i ispravljanje eventualne greške u praćenju izabrane trajektorije.

V. ZAKLJUČAK

Precizno upravljanje motorima, lokalizacija i mapiranje u robotici imaju veliku ulogu jer se pomoću njih robot samostalno i tačno snalazi u nekom nepoznatom prostoru. Cilj razvijanja ovog sistema jeste da se pokaže mogućnost realizacije inteligentnog sistema koji se samostalno kreće u prostoru od jeftinih komponenti koje su dostupne svakome [11]. Ovakav sistem je razvijen na takav način da su otvorene mogućnosti za nadogradnju istog, kao i za implementiranje nekih naprednijih algoritama za mapiranje i lokalizaciju robota.

LITERATURA

- [1] M. Jovanović, U. Smiljanić, i I. Tomić, "Percepcija robotskog okruženja – Fuzija senzorskih podataka", *IEEEESTEC 5th Student project conference*, Niš, 2012
- [2] The I²C-bus specification, <http://www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/Interfaces/I2C-BusSpec-V2.1.pdf>, January 2001
- [3] Arduino Uno R3, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, October 2012
- [4] PID Controllers, <http://www.facstaff.bucknell.edu/mastascu/econtrolhtml/PID/PID3.html>, October 2012
- [5] L293NE, Quadruple Half-H Drivers, Texas Instruments, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293d.pdf>, 2004
- [6] 2SA-10, Integrated 2-Axis Hall Sensor, http://www.gmw.com/magnetic_sensors/sentron/2sa/documents/2SA10.pdf, 2005
- [7] Becker M.; Dantas-Meirelles C.; Perdigao-Macedo W. "Obstacle avoidance Procedure for mobile robots", *ABCM Symposium Series In Mechatronics on Volume 2*, 2006, pp. 250-257
- [8] Dissanayake, M.W.M.G.; Newman, P.; Clark, S.; Durrant-Whyte, H.F.; Csorba, M., "A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem", *Robotics and Automation, IEEE Transactions on Volume 17, Issue 3*, Jun 2001, pp. 229 – 241
- [9] Maze solving algorithm, http://en.wikipedia.org/wiki/Maze_solving_algorithm, October 2012
- [10] Hsu, R.; J.C. Latombe; Motwani, "Path Planning in Expansive Configuration Spaces", *Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, 1997
- [11] I. Tomić, U. Smiljanić, i M. Jovanović, "Konstrukcija i konceptijsko projektovanje segmenata mobilnog robota", *IEEEESTEC 5th Student project conference*, Niš, 2012

Percepcija robotskog okruženja - Fuzija senzorskih podataka

M. Jovanović, I. Tomić, U. Smiljanić

Sadržaj - U ovom radu opisan je deo strukture makete robota na kojoj će se vršiti akvizicija podataka. Tako dobijeni podaci se zatim preko I²C komunikacije, kao 8-bitni paketi, šalju drugom mikrokontroleru. Na osnovu tih informacija drugi mikrokontroler vrši mapiranje prostora. Sistem treba da obezbedi pravu informaciju o detektovanoj prepreci na koju robot nailazi, kako bi se robot bezbedno kretao u prostoru. Rad se odnosi na primenu ultrazvučnih, infracrvenih i mikroprekidačkih senzora u mobilnoj robotici, koji su implementirani na samom robotu.

I. UVOD

Da bi robot mogao da radi samostalno, bez obzira na nivo samostalnosti, on mora biti "svestan" sebe i svoje okoline. Preciznije rečeno, robot mora imati mogućnost merenja sopstvenog položaja, brzine, kao i merenja različitih veličina u radnoj okolini čime stiče predstavu o spoljnom prostoru. Problem detektovanja tačnog statusa bilo samog robota, bilo njegove okoline predstavlja izazov u mobilnoj robotici [1].

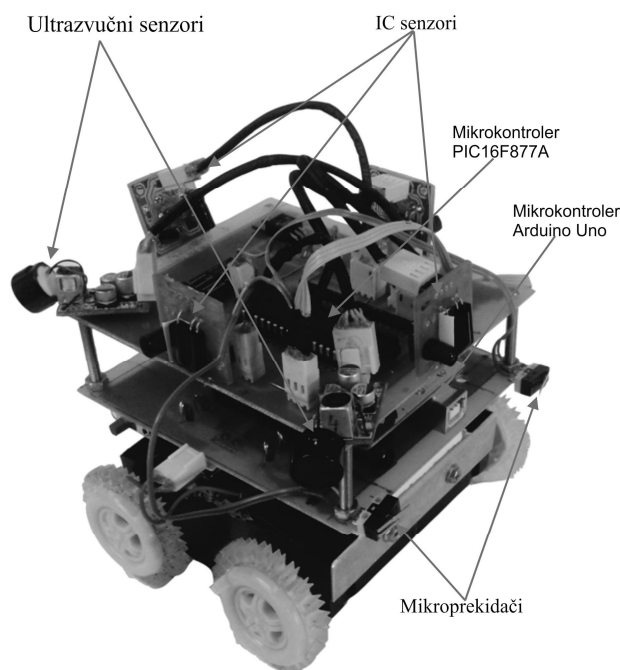
Kod mobilnih robota, upotreba senzora jednog tipa prilikom preciznog određivanja položaja u prostoru najčešće ne daje zadovoljavajuće rezultate. U ovom radu, problem preciznog određivanja položaja rešen je fuzijom podataka sa više različitih tipova senzora. Informacije koje ovi senzori daju omogućavaju dovoljno dobru orijentaciju u nepoznatom prostoru. Zahvaljujući njima, robot se kreće pouzdano, bez bojazni da će udariti neke od prepreka na koje naiđe. Podsystem čine četiri infracrvena senzora i četiri ultrazvučna senzora, po jedan implementiran sa svake strane robota, dva mikroprekidača sa prednje strane robota i mikrokontroler koji upravlja podsystemom (sl. 1). Prilikom razvoja sistema, javio se problem detektovanja prepreka usled rasipanja infracrvenih i ultrazvučnih talasa. Problem je rešen korišćenjem različitih tipova senzora za detekciju prepreka na različitim rastojanjima. Ultrazvučni senzori su korišćeni da detektuju najudaljenije prepreke. Za bliže prepreke korišćeni su infracrveni senzori, a za najpreciznije kontaktno merenje, mikroprekidači.

U nastavku rada opisano je rešenje problema nastalog prilikom razvoja samog sistema, princip funkcionisanja i način detektovanja prepreka, komunikacija sa drugom mikroprocesorskom jedinicom, jednom rečju fuzija podataka sa senzora koji su implementirani na samom robotu, kao logički nivo mobilnog robota [2].

M. Jovanović, I. Tomić, U. Smiljanić su studenti Elektronskog fakulteta u Nišu, smer Automatika, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail: m.jovanovic1987@gmail.com, tomicigortomic@gmail.com, smiljanic.uros@gmail.com,

II. ROBOTSKI SISTEM

Realizovani mobilni robot i senzorski sistem implementiran na samom vrhu robota (sl. 1). Sistem mobilnog robota sastoji se iz tri podsystema i to: Senzorski, upravljački [3] i pogonski [4] podsystem.

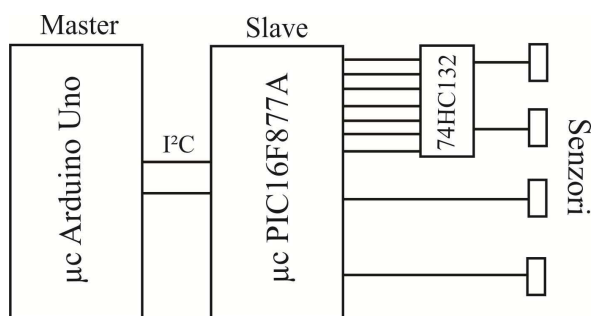


Slika 1. Mobilni robot sa implementiranim senzorskim sistemom

III. REALIZACIJA AKVIZICIONOG SISTEMA

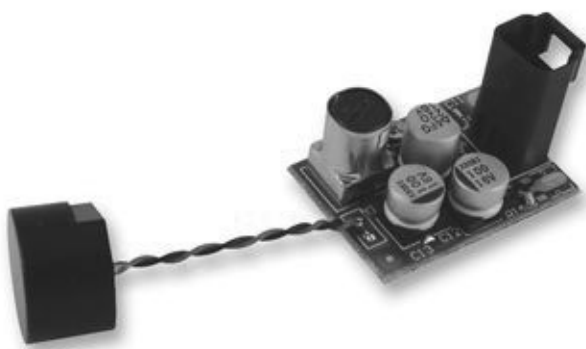
Mikroprocesorski podsystem – Kao mikroprocesorski upravljački podsystem senzorskog sistema iskorišćen je mikrokontroler PIC16F877A [5]. IR diode i ultrazvučni senzori pobuđuju se na svakih 64ms, što je realizovano uz pomoć *Timer0* interapta mikrokontrolera. Tako dobijeni podaci se zatim preko I²C komunikacije [6] šalju drugoj procesorskoj jedinici, koja na osnovu tih podataka kreira mapu prostora. I²C komunikacija za prenos podataka pokazala se veoma jednostavna i laka za realizaciju. Potrebno je samo usaglasiti adresiranje uparenih uređaja, a broj mogućih adresiranja je 128. Za komunikaciju su potrebne dve linije (SDA i SCL), a brzina prenosa podataka je do 100kb/s. U ovom slučaju, mikroprocesor

PIC16F877A ima funkciju „slave“ kontrolera. Prikazana je blok šema akvizicionog podsistema (DAS) (sl. 2).



Slika 2. Blok šema DAS podsistema

Ultrazvučni senzorski podsistem – Kao ultrazvučni senzor korišćen je *Sonar Ranging Module SRM400* [7] (sl. 3). Njegove osnovne karakteristike date su u tabeli 1.



Slika 3. Sonar Ranging Module SRM400

Bidirekcionni I/O pin pojednostavljuje kontrolu funkcije za emitovanje signala koji pobuđuje senzor, kao i prijem eho signala. Nakon prijema signala za početak merenja, elektronika na samom senzorskom podsistemu generiše električni signal frekvencije 40kHz, zatim pretvarač generiše ultrazvučni talas koji se širi u prostoru, a elektronika na samom senzoru prebacuje se u mod za prijem eha.

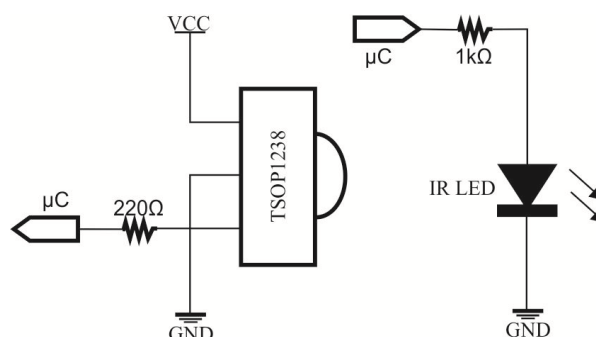
Ultrazvučni senzor može detektovati prepreku na rastojanju od 25-150cm. Kako bi se isti pin iskoristio kao ulaz/izlaz, iskorišćen je tranzistor 2N3904 NPN tipa opšte namene koji ima prekidačku ulogu.

TABELA 1
KARAKTERISTIKE ULTRAZVUČNOG SENZORA

SRM400	
Operation voltage	6-10V DC
Operation current	~20mA for 10V DC
Pre-Amplifier	14dB
Bandpass filter-FC	38kHz
Bandwidth	20kHz
Measuring distance	25-150cm

Infracrveni senzorski podsistem – Sastoji se od infracrvenih dioda LD271 i infracrvenog senzora TSOP1238. Mikrokontroler generiše PWM signal frekvencije 38kHz, koji se zatim preko kola 74HC132 vodi na IR diode.

Kolo 74HC132 korišćeno je da bi se isti PWM slao svim IR diodama, a ujedno i imala kontrola upravljanja nad istim diodama. Pod tom kontrolom se podrazumeva da se odgovarajućim algoritmom i programom koji je napisan za mikrokontroler, u jednom trenutku bude upaljena samo jedna IR dioda i aktivan samo jedan IR senzor pridružen datoj diodi. Na taj način izbegava se greška da neki IR senzor primi emitovan signal sa neke diode koja nije pridružena datom IR senzoru. Postoji mogućnost da se i promenom „duty cycle“ modulacionog signala (PWM-a) menja i domet sezora. Odnosno, za različite vrednosti PWM-a infracrveni senzorski podsistem detektuje prepreke na različitim udaljenostima. Princip realizacije IR podsistema (sl. 4).



Slika 4. Infracrveni senzorski podsistem, način povezivanja (levo-IR senzor, desno-IR dioda)

Mikroprekidački podsistem – Kontaktni senzori rade na principu dodira, odnosno merenja parametara kontakta između senzora i objekta. Kontaktni senzori na mobilnim robotima najčešće se postavljaju u prsten oko mobilnog robota. Kao kontaktni senzori najviše se koriste mikroprekidači koji na svom izlazu generišu logičku vrednost koja daje informaciju o tome da li je prekidač otvoren ili zatvoren.

U senzorskom podsistemu koji opisujemo dva mikroprekidačka senzora postavljena su sa prednje strane robota. Mikroprekidači mogu detektovati da li je mobilni robot ostvario fizički kontakt sa preprekom na koju je naišao. Kada se ostvari kontakt, mikrokontroler detektuje promenu logičkog nivoa na odgovarajućem pinu i šalje pravu informaciju upravljačkom mikrokontroleru.

IV. KALIBRACIJA ULTRAZVUČNIH SENZORA

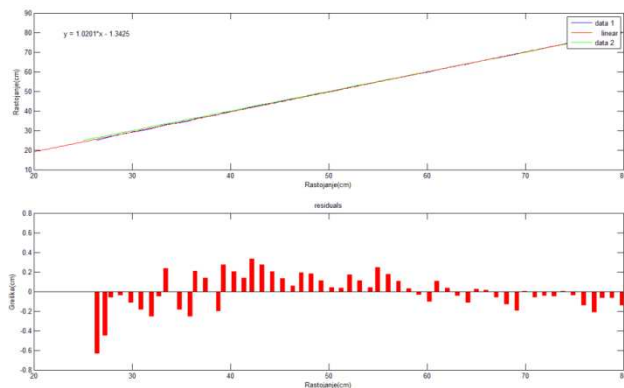
Kalibracija ili statička karakteristika senzora je relacija između fizičke veličine i mernog signala. Zadavajući poznata rastojanja zapisuju se odgovarajuća pokazivanja senzora. Tako smo dobili skup kalibracionih tačaka čijim spajanjem dobijamo kalibracionu krivu. Razlika između

idealnog kalibracionog pravca i kalibracione krive (pokazivanja senzora) jeste sistemska greška senzora.

Pravac

$$y = kx + n \quad (1)$$

je optimalan po kriterijumu da je suma kvadrata odstupanja mernih tačaka od pravca minimalna. Kalibracija je izvršena u 56 mernih tačaka počevši od 25cm do 80cm sa korakom od 1cm. Za svaku tačku vršeno je po 10 merenja. Tako dobijeni podaci su obrađeni u *Matlab-u* i na osnovu njih izvedena optimalna prava. Odstupanje izmerenih vrednosti sa senzora od idealne prave (sl. 5).

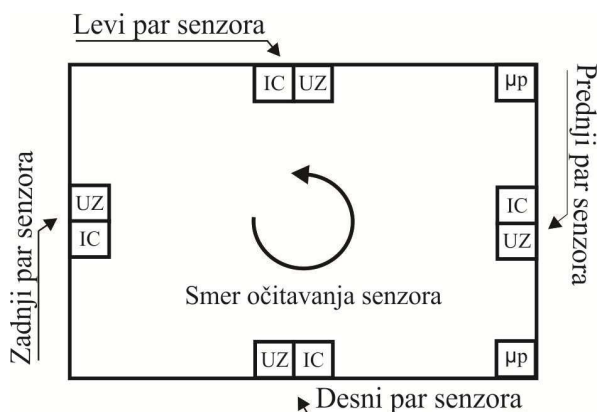


Slika 5. Kalibracija senzora sa prikazom sistemske greške

Kalibracijom ultrazvučnih senzora sistemska greška merenja smanjena je sa 1.66cm na manje od 6mm, što znatno poboljšava tačnost akvizicionih podataka.

V. OČITAVANJE SENZORA

Očitavanje podataka sa senzora obavlja se po principu s leva na desno, odnosno CCW (counterclockwise). Najpre se očitavaju ultrazvučni senzori, zatim infracrveni i na kraju, kao senzori sa najvišim prioritetom, mikroprekidači. Prikazana je blok šema rasporeda senzora na robotu kao i smer očitavanja (sl. 6).



Slika 6. Prikaz rasporeda senzora i smer očitavanja

ZAKLJUČAK

Upravljanje robotima ima za cilj da se robot prevede iz jednog položaja u drugi i pri tom opiše zadatu putanju odnosno trajektoriju. Korišćenje senzora u navigaciji autonomnih mobilnih robota u nepoznatom okruženju i dinamičkim sredinama je neizbežno, budući da je u tim situacijama nemoguće posedovati kompletne unapred poznate informacije o okolini koje bi bile dostupne robotu pre obavljanja bilo koje operacije. Kod mobilnih robotskih sistema vizualni sistem postaje standardni senzorski alat za opažanje statusa okoline. Osnovna namena ovog sistema je da obezbedi stvarnu informaciju i stvori realnu mapu o prostoru kroz koji se robot kreće. Ovom sistemu se ubuduće mogu implementirati i neki drugi senzori kao sto su: enkoderi, temperaturni senzori, senzori za globalno pozicioniranje, inercijalni senzori itd. Ovim bi se performanse robota znatno poboljšale.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem na saradnji profesoru Goranu S. Đorđeviću, asistentima D. Todoroviću i M. Petkoviću, i studentu M. Božiću, Elektorski fakultet u Nišu, Laboratorija za robotiku.

LITERATURA

- [1] Maja J. Matarić, "The Robot Primer", Massachusetts Institute of Tehnology, 2007
- [2] J. Borenstein, H. R. Everett, L. Feng, "Where am I – Sensors for mobile robot positioning", April 1996
- [3] U. Smiljanić, M. Jovanović, I. Tomić, "Mapiranje i lokalizacija radnog prostora robota senzorima kratkog dometa", IEEEESTEC 5th Student project conference, Niš, 2012
- [4] I. Tomić, M. Jovanović, U. Smiljanić, "Hardverska arhitektura „low cost“ mobilnog robota", IEEEESTEC 5th Student project conference, Niš, 2012
- [5] PIC16F877A, 40 – "Pin Enhanced Flash Microcontrollers", Microchip, Data Sheet, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>, 2003
- [6] The I2C-bus specification, <http://www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/Interfaces/I2C-BusSpec-V2.1.pdf>, January 2001
- [7] Sonar Ranging Module SRM400, Pro-Wave Electronics Corp., Data Sheet, <http://www.farnell.com/datasheets/81208.pdf>, 2004

Hardverska arhitektura mobilnog robota

I.Tomić, M. Jovanović, U. Smiljanić

Sadržaj - U ovom radu predstavljena je hardverska arhitektura, upravljačka elektronika, implementacija senzora i diferencijalni pogon mobilnog robota. Takođe je predstavljena implementacija komunikacionog protokola između mikrokontrolera PIC 16F877A [1] i Arduino [2] razvojnog sistema kao i komunikacija svih segmenata robota.

I. UVOD

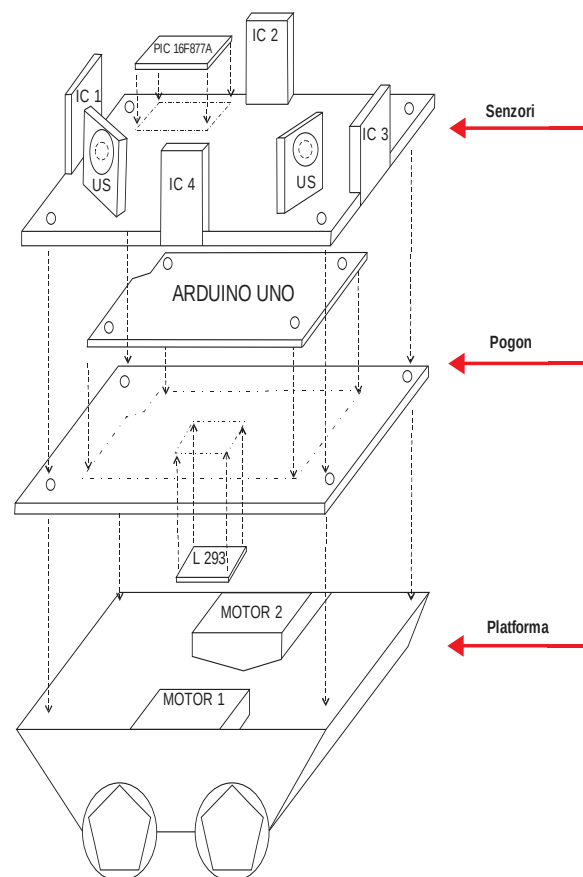
Robot je mehatronički sklop koji je u stanju da autonomno, po nekom programu, ili pod kontrolom čoveka, izvodi određene zadatke. Roboti se koriste za izvršavanje zadataka teških, opasnih ili napornih za ljude. Izgled robota zavisi od svrhe za koju se robot koristi. Shodno svrsi robote možemo podeliti na industrijske i akademske robote. U industriji se za upravljanje automatizovanim pogonima koriste softverski paketi za kontrolu procesa i monitoring. Roboti koji su u stanju da samostalno prikupljaju podatke vrše akviziciju istih i samostalno donose odluke o upravljanju nazivaju se mobilni roboti. Shodno tome mobilni roboti poseduju senzorski sistem, kojim određuju položaj u prostoru i prepreke. Smanjenjem cena mikrokontrolera, senzora, provodnika kao i povećanjem njihove dostupnosti u slobodnoj prodaji, omogućilo je entuzijastima da konstruišu robote kod svoje kuće. Tako razvijeni roboti spadaju u grupu jeftinih robota za čiju konstrukciju je potrebno više mašte nego novca. Međutim tako razvijena osnova predstavlja hardverski deo robota, dok inteligenciju čine programi ili sistem programa. Programi određuju sposobnost robota da prepozna određene situacije i da se u njima snađe ili ih rešava, ponašajući se na pravi način ili čak iz sopstvenih iskustava uči kako da se snalazi u novim situacijama rešavajući nove probleme. Danas postoji mnoštvo inteligentnih robota koji su u stanju da oponašaju osobine ljudi. Takvi roboti nazivaju se humanoidi, a najnapredniji od svih je robot Asimo [3]. Asimo je humanoid koji hoda, razgovara i u stanju je da donosi inteligentne odluke.

II. ARHITEKTURA MOBILNOG ROBOTA

Na Sl.1 predstavljena je arhitektura mobilnog robota koji se sastoji iz četiri međusobno povezanih celina. Na vrhu robota nalazi se sistem za akviziciju podataka dobijenih sa senzora [4] (infracrveni, ultrazvučni i mikro-prekidački).

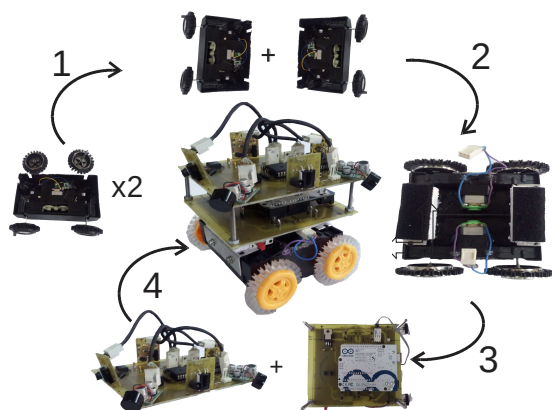
I. Tomić, M. Jovanović and U. Smiljanić are with the Department of Control Systems, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: tomicigortimic@gmail.com

Ispod akvizicione pločice za obradu podataka sa senzora, nalazi se sistem koji generiše upravljačke signale mobilnog robota. Motori robotske platforme se pokreću pomoću dva PWM [5] signala koji su međusobno zavisni. Sa specijalizovanih pinova na razvojnom sistemu arduino, PWM signali se preko tranzistorskog mosta (integrisano kolo L293 [6]) dovode na pinove DC motora. Integrisano kolo L293 ima ulogu da obezbedi odgovarajući naponski nivo upravljačkih signala. Na osnovnoj platformi robota nalaze se točkovi koji su pomoću metalnih osovinu povezani sa reduktorom motora.



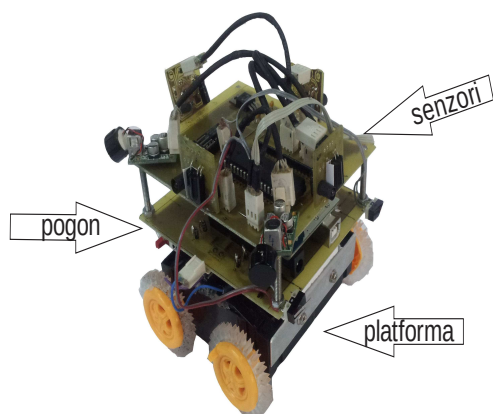
Slika 1. Arhitektura mobilnog robota

Na slici 2 prikazan je redosled konstrukcije mobilnog robota. Slika ilustruje faze razvoja pojedinih segmenata robota ukazujući pri tom da se robot sastoji iz tri međusobno povezane celine. Sistemom komunikacije ostvarena je uzročna funkcionalnost svih segmenata predstavljajući mobilnog robota kao jednu svrshodnu celinu.



Slika 2. Faze konstrukcije mobilnog robota

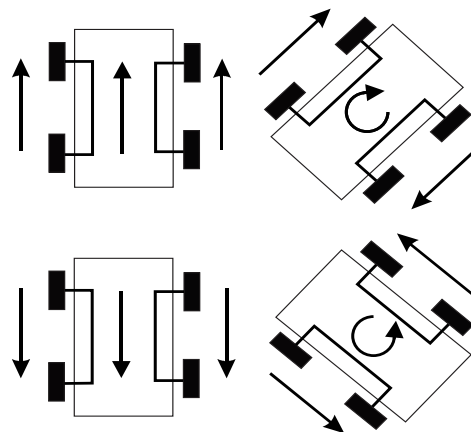
Na slici 3 je prikazana vizuelna prezentacija mobilnog robota sa označenim celinama koje predstavljaju jedinstveni sistem. Raspored tih celina kako je i prikazano na slici uzročno je uslovljen lakšom fizičkom realizacijom komunikacije i napajanja. Takođe je i prikazani fizički raspored senzora neophodan za njihov ispravan rad.



Slika 3. "Low cost" mobilni robot

III. MEHANIČKI PODSISTEM (UPRAVLJANJE MOBILNIM ROBOTOM)

Za pokretanje robota koriste se dva DC motora koji su preko reduktora metalnim osovinama spregnuti sa točkovima. Pokretanje točkova sa leve je nezavisno u odnosu na pokretanje točkova sa desne strane robota. Na osnovu toga dobijamo upravljanje mobilnim robotom po principu diferencijalnog pogona [7]. U zavisnosti od odnosa brzine i smera rotacije točkova biće izveden odgovarajući manevar. Na slici 4 prikazani su mogući manevari mobilnog robota.

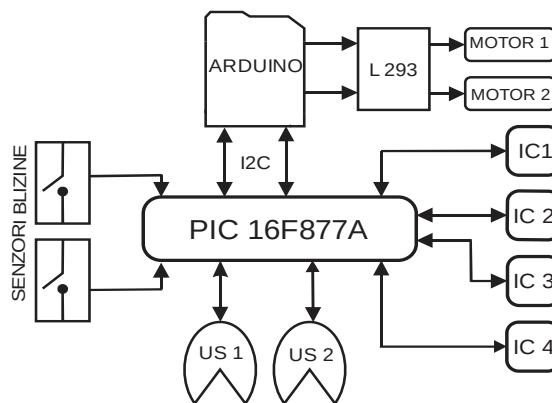


Slika 4. Mogući manevari mobilnog robota sa diferencijalnim pogonom

S obzirom da se na pinove motora dovode dva PWM signalakojima se upravlja radom motora, a samim tim i kretanjem robota, određenom kombinacijom procentualne vrednosti Duty cycle-a [8] realizujemokretanje robota. U zavisnosti od vrednosti Duty cycle-a (0% - 100%) namotorima se generiše brzina okretanja osovine motora.

IV. SISTEM KOMUNIKACIJE I NAPAJANJE

Opisani mobilni robot se sastoji iz više segmenata od kojih većina može predstavljati zasebni sistem. Da bi skup segmenata funcionisao kao celina potebno je odabrati odgovarajuću komunikaciju između pojedinih delova sistema. Za komunikaciju između mikrokontrolera 16F877A i Arduino razvojnog sistema upotrebljen je I²C protokol [9]. I²C omogućuje dobru podršku u komunikaciji sa različitim perifernim jedinicama u sistemu gde se potreba za njihovom primenom javlja povremeno. Fizički I²C sadrži samo dve linije signala, SCL (Serial Clock) i SDA (Serial Data). Blok šema koja je prikazana na slici 5 ilustruje transfer podataka između senzora, kontrolera i izvršnih elemenata mobilnog robota.



Slika 5. Sistem komunikacije

Napajanje mobilnog robota realizovano je alkalnom baterijom napona 9V i kapaaciteta 550 mAh. Pojedini delovi mobilnog robota iziskuju niži naponski nivo što je ostvareno preko stabilizatora napona. Razvojni sistem Arduino poseduje implementiran stabilizator napona, dok je za akviziciju podataka sa senzora i rad tranzistorskog mosta neophodno stabilizovati napon na 5V.

V. ZAKLJUČAK

Razvojem tehnologije pomeraju se granice mogućnosti mobilnih robota. Na primeru opisanog robota budući zadaci predstavljaju realizaciju sistema za tačno pozicioniranje robota u okruženju u kom se nalazi, kao i informacija o rotaciji točkova (brzina i ugao rotacije). Kao primer za rešavanje navedenih zadataka navodi se optički enkoder ili magnetni senzor 2SA-10 [9]. S obzirom da se opisani mobilni robot koristi samo u edukativne svrhe, za njegovu izradu nisu neophodni specijalni materijal ili konstrukcija.

VI. LITERATURA

- [1] PIC16F877A, 40-Pin Enhanced Flash Microcontrollers, Microchip, Data Sheet, 2003
- [2] Arduino Uno microcontroller board (datasheet) www.arduino.cc
- [3] Asimo humanoid robot created by honda, www.asimo.honda.com
- [4] M. Jovanović, I. Tomić, U. Smiljanić *Percepcija robotskog okruženja - Fuzija senzorskih podataka, Niš 2012*
- [5] Bimal K. Bose, "Power Electronics And Motor Drives: Advances And Trends", London 2006
- [6] L293 D, 16 – Pin, Quadruple Half-H Drivers, Data Sheet, 2002
- [7] Oscar Martinez Palafox, "Teleoperation of Differential Drive Mobile Robot", US 2009
- [8] Richard H. Barnett, Larry O'Cull, Sarah Cox, "Inter-Integrated Circuit (I²C)", in "Embedded C Programming and Microchip Pic"
- [9] 2SA-10 integrated 2-Axis Hall Sensor, "SENTRON", Data Sheet, 2005

Praćenje oka u interakciji čovek-automobil

M. Djordjević

Sadržaj - Tehnologija koja se odnosi na praćenje pokreta oka i predstavljanje i tumačenje prikupljenih podataka ima široku primenu u mnogobrojnim disciplinama: kognitivne nauke, psihologija, interakcija čovek-računar (HCI), istraživanje marketinga, medicinska istraživanja (neurologija). Jedna od veoma značajnih primena praćenja pokreta oka odnosi se na interakciju čovek-automobil, a njena najperspektivnija aplikacija koristi se u oblasti automobilske dizajna.

I. UVOD

Praćenje oka (eye tracking) je proces merenja, koji meri tačku trenutne fiksacije pogleda ili meri pokrete očiju u odnosu na glavu.

Eye tracker je uređaj koji služi za merenje pozicije očiju ili njihovih pokreta, dizajniran za merenje trodimenzionalnih pokreta očiju i pokreta glavom pod eksperimentalnim i prirodnim uslovima. Ovi uređaji se koriste u istraživanjima vizuelnih sistema, u psihologiji, kognitivnoj lingvistici i u dizajniranju proizvoda.

Postoje različiti metodi za merenje pokreta očiju. Najzastupljeniji metod je pomoću video slika iz kojih se izvlače informacije o pokretima očiju. Jedna od brojnih primena procesa praćenja oka je u interakciji čovek-automobil.

Kako je vozačev umor jedan od glavnih uzroka saobraćajnih nezgoda, u tom smislu, lociranje oka u realnom vremenu može biti efikasan metod otkrivanja zamora ili pospanosti kod vozača. Postoji nekoliko metoda za otkrivanje, kao što su: neuronske mreže, podudaranje šablona i statističke metode, itd. [1] CMOS kamera prikuplja slike i automatski određuje stopu frejmova u sekundi u skladu sa potrebnom brzinom snimanja. CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) je tehnološka generacija integralnih kola. Odlika CMOS tehnologije je mala potrošnja struje. Detekcija oka je drugi centralni aspekt algoritma.

Da bi sistem, koji bi funkcionisao na principu alarma i na taj način obavestavao i upozoravao vozača ukoliko se detektuje nastanak umora, mogao da radi u realnom vremenu, algoritam za detekciju oka deli vizuelno polje u nekoliko modula, na osnovu geometrijske strukture lica. Na ovaj način, algoritam može direktno da locira regione oba oka. Za grubo lociranje lokacije oka koristi se algoritam horizontalne projekcije. Za precizno lociranje oka koristi se metod zasnovan na složenosti blokiranja. Na ovaj način sistem efikasno locira i trasira oko.

Marta Djordjević, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18 000 Niš, Srbija, e-mail: marta.djordjevic.86@gmail.com

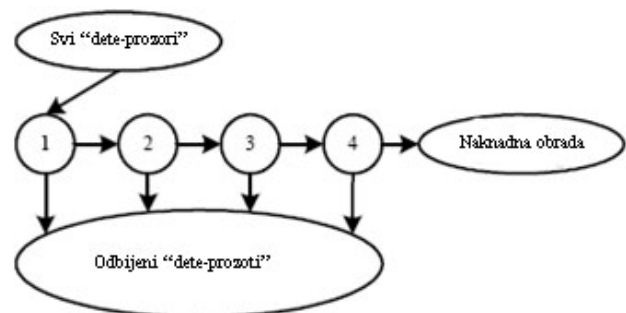
II. LOCIRANJE LICA

A. Viola-Jones algoritam za detekciju i lociranje lica

Za lociranje lica ovaj sistem koristi Viola-Jones algoritam [2] zajedno sa svojstvima pravougaonika pod uglom od 45°. U isto vreme, koristi se postepeno povećanje prozora da bi se otkrile i postavile odgovarajuće slike, tako da se izbegava direktno skupljanje ili uvećavanje slika, zarad umanjenja količine izračunavanja i poboljšanja nivoa detekcije.

Glavni proces algoritma je sledeći: prvo, prikupljaju se uzorci koji pripadaju i ne pripadaju licu, i izdvajaju pravougaona svojstva ovih uzoraka. Drugo, upotrebljava se AdaBoost algoritam [3] kako bi se napravio višestepeni klasifikator. Klasifikator kaskade je napravljen pomoću puno jakih klasifikatora. Slika 1. pokazuje strukture kaskadnog klasifikatora.

Konačno, potrebno je odabrati jednu strategiju za izdvajanje "deteta-prozora" od svih detektovanih slika, nakon čega višestepeni klasifikator otkriva svaki "dete-prozor". Kroz naredno procesiranje (obradu) moguće je dobiti koordinate i područje lica.

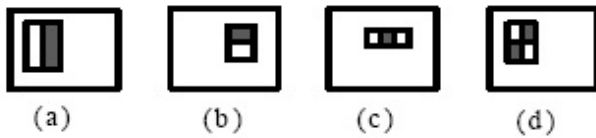


Slika 1. Metod detekcije

B. Haar-ovo svojstvo

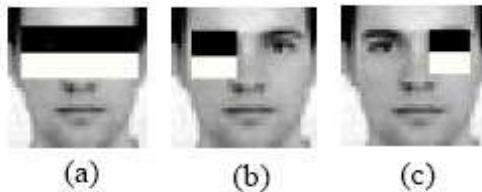
Zarad izračunavanja pri velikim brzinama, osobine koje klasifikatori biraju moraju biti izračunate brzo, a u isto vreme one moraju imati moć razlikovanja uzoraka koji pripadaju i ne pripadaju licu. Viola Jones algoritam koristi pravougaona svojstva da izrazi svojstva lica koje mi nazivamo "Haar-ovo svojstvo". Karakteristična vrednost čini da svi pikseli unutar belog pravougaonika umanjuju sve piksele unutar crnog pravougaonika. Istraživanje putem svojstva pravougaonika je vrlo jednostavno i ima dobre

performanse na ivici oblasti detekcije. Slika 2. pokazuje opštu formu Haarovog svojstva.



Slika 2. Haarovo svojstvo

Slika 3. je jedan primer Haarovog svojstva. Slika 3.(a) pokazuje kontrast sive skale između područja očiju i područja ispod oka; može se uvideti da su pikseli područja oka očigledno manji nego pikseli područja ispod oka. Moguće je takođe koristiti i karakteristike raspodele skale sivog da bi se opisalo područje očiju. Slično, slika 3.(b) i slika 3.(c) opisuju karakteristiku distribucije levog i desnog oka.



Slika 3. Primer Haarovog svojstva

C. Metode slične Haarovoj

Premda je Viola Jones algoritam zasnovan na Haarovom svojstvu, Rainer Lienhartov pristup [4-6] takođe dodaje neke novine u svojstvima koja liče Haar-ovim (svojstvima pravougaonika pod nagibom od 45°). Zato ovaj metod može proširiti područje treninga i poboljšati stopu detekcije. Za sada, postoji 15 često korišćenih vrsta svojstva kao Haar-ova.

D. Opis svojstava pravougaonika

Pravougaonik može biti opisan pomoću 4 karakteristike:

$r = (x, y, w, h, a)$ gde je (x, y) najviša tačka pravougaonika, (w, h) su dužina i širina pravougaonika, a je ugao rotacije pravougaonika. Svojstvo pravougaonika je definisano kao (1)

$$\text{svojstvo}(x, y) = \sum_{i=1}^2 w_i \text{RectSum}(r_i) \quad (1)$$

$\text{RectSum}(r_i)$ je zbir svih piksela unutar pravougaonika, w_i iz (1) je težinski faktor crnog i sivog svojstva

pravougaonika. Težinsko svojstvo se određuje svojim područjem.

E. Trening (obuka) klasifikatora (grupe klasa)

Postavljanje ciljeva treninga

Uvežbavanjem klasifikatora biraju se svojstva. Nakon uvežbavanja, klasifikator, kroz odgovarajuće svojstvo, može razlikovati uzorke koji pripadaju, odnosno ne pripadaju licu. Prvo treba da bude dat skup klasifikatora, onda svaka jaka potreba klasifikatora mora da bude postavljena na pogodnu stopu detekcije, i stopu lažnog alarma tako da klasifikator može postići optimalnu performansu.

Metod obuke

Postoji više vrsta Boost algoritama: *Prekidni AdaBoost*, *Realni Adaboost* i *Fini Adaboost*. Eksperimenti pokazuju da je Fini AdaBoost efikasniji nego druga dva metoda u otkrivanju (detekciji) lica; on može postići zahtev detekcije korišćenjem manjeg broja informacija/svojstava. Proces obuke je opisan na sledeći način [7]:

(a) početi sa težinskim faktorom $w_i = 1/N$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$, $F(x) = 0$.

(b) Ponoviti za $m = 1, 2, \dots, M$

- Prilagoditi funkciju regresije $f_m(x)$ pomoću uvođenja najmanjeg kvadrata težinskog faktora w_i za y_i do x_i , $f_m(x) = P_w(y=1/x) - P_w(y=-1/x)$
- Ažurirati $F(x) \leftarrow F(x) + f_m(x)$
- Ažurirati $w_i \leftarrow w_i \exp(-y_i f_m(x_i))$, $i = 1, \dots, N$, i ponovo normalizovati.

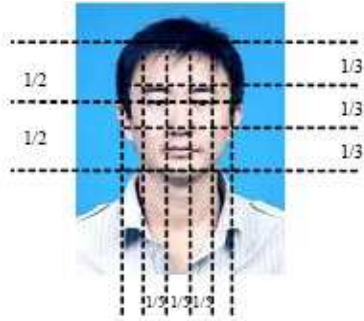
(c) Izlaz znaka klasifikatora $[F(x)] = \text{znak} \left[\sum_{m=1}^M f_m(x) \right]$

III. LOKACIJA OKA

Strategija lociranja očiju ima smer od uopštenosti ka detaljima. Prvo, prema projekciji lica mogu se odrediti verovatna područja očiju. Zatim, se odseče ovaj blok, i identifikuje nekoliko relativno složenih blokova. Konačno, uklone se mali blokovi koji ne sadrže oko i rezervišu dva područja koja uključuju levo i desno oko pomoću pravila usaglašenog rasuđivača.

Grubo određivanje položaja očiju pomoću geometrije lica. Metod preuzima stopu manje tačnosti da bi uštedeo vreme izračunavanja; negativni uticaj ovoga na tačnost algoritma je marginalan.

Srukturno svojstvo lica odgovara proporciji nazivanoj “tri čela i pet očiju” [8] (slika 4). Prema statistici, dužina i širina lica imaju približno jednaku proporciju.

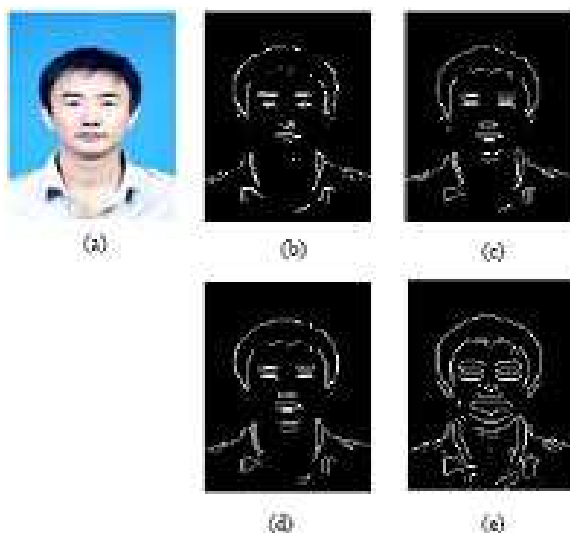


Slika 4. “Tri čela i pet očiju”

A. Grubo lociranje očiju na osnovu sive projekcije

Iz sive projekcije lica, područje organa kao što su obrve, oči, nosni otvori i usta su tamniji nego druga područja lica. Ako se uzme projekcija lica u smislu osvetljenosti, onda će se ovi položaji organa pojaviti u minimumu (umanjeni). Uzimajući ova umanjenja i pozicije u obzir, možemo dobiti širinu lica, horizontalne položaje očiju, obrva, nosnih otvora, usta, i vertikalna rastojanja organa.

Kako pokazuje slika 5, kroz kontrast četiri ivice algoritma detekcije, nalazi se ivica prema debljoj (široj) projekciji.



Slika 5. Kontrast četiri ivice algoritma detekcije

B. Precizno lociranje očiju

Kod analize očiju složenost je veća nego kod drugih područja lica. Možemo locirati oči pomoću složenosti njihovih svojstava. Složenost je definisana kao proporcija broja ivica i područja.

Postupak preciznog lociranja očiju podrazumeva [9]:

- ukidanje izolovanih blokova
- spajanje susednih blokova
- ako ima više od dva bloka, biranje dva složenija bloka sa leve i desne strane slike
- postavljanje veličine dva bloka kao proseka dva bloka, zadržavajući centralnu poziciju

IV. ZAKLJUČAK

Iako je progres bio spor, koncept korišćenja praćenja pokreta oka u interakciji čovek-računar vidno počinje da se razvija i da cveta. Gledano iz perspektive glavnih istraživanja, HCI (interakcija čovek-računar), zajedno sa radovima u širim poljima komunikacije i istraživanja medija, izgleda kao nova i veoma obećavajuća oblast primene rada.

Jedna od najperspektivnijih aplikacija za praćenje pokreta oka se koristi u oblasti automobilske dizajna. Istraživanje koje je trenutno u toku se odnosi na ugrađivanje kamere za praćenje pokreta oka u automobilima. Cilj ovog poduhvata je da se obezbedi vozilo sa sposobnošću da u realnom vremenu proceni vizuelno ponašanje vozača. *National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)* procenjuje da je pospanost primarni uzročni faktor u 100 000 nesreća godišnje.

Takođe NHTSA-ovo istraživanje pokazuje da se 80% sudara dešava samo tri sekunde nakon što je vozaču nešto odvuklo pažnju. Ukoliko bi postojali automobili sa takvom kamerom, saobraćajne nesreće bi se značajno smanjile. Kompanija Lexus tvrdi da je svoj LS 460 opremila prvim sistemom za praćenje vozača 2006. godine, koji omogućava upozorenje ukoliko vozač skloni pogled sa puta.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje profesoru Dejanu Rančiću na pruženim sugestijama i savetima tokom izrade rada.

LITERATURA

- [1] Jin Tang, Haizhu Xu - Survey on human eyes detection in images[J].Application Research of Computers, 2008,25, (4) : 961~965.

-
- [2] Viola P, Jones M - Robust real-time object detection[C]. IEEE ICCV Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision.Vancouver, 2001.
- [3] Yoav Freund, Robert E. Schapire - A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting [J].Journal of Computer and System Sciences. 1997, 55(1):119-139.
- [4] Rainer Lienhart, Jochen Maydt - An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection [J]. IEEEICIP2002. 2002: 900- 903.
- [5] Lienhart R, Kuranov A, V Pisarevsky. Empirical analysis of detection cascades of boosted classifiers for rapid object detection. DAGM'03 25th Pattern Recognition Symposium.2003: 1-3.
- [6] Lienhart R,Liang L, Kuranov A - A detector tree of boosted classifier for real time object detection and tracking [C]. IEEE International Conference on Multimedia & Expo. 2003: 1-3.
- [7] Jerome Friedman, Trevor Hastie, Robert Tibshirani - Additive logistic regression: a statistical view of boosting[J]. The Annals of Statistics,2000,28(2):337~407.
- [8] Binbin Huang - Research on Face Detection and Pupil Position [D]. Central South Universit,2009.
- [9] Zhichun Li - The research of fatigue detection technology research and Project implementation [D].Jiang Su University 2009.

Optimizacija iscrtavanja 3D scene

Perica Nikolić, Marija Potić-Nikolić

Sadržaj - Kada pogledate oko sebe, videćete da nas okružuje mnoštvo raznovrsnih objekata. Gledajući ispred sebe videćete samo jedan deo svih njih. Iz te perspektive biće vam vidljivi samo objekti koji su ispred vas, ali nećete videti objekte koji se nalaze iza vas, kao i deo objekata koji se nalaze levo, desno, iznad i ispod. Takođe vam nisu vidljivi i objekti (ili njihovi delovi) koji se nalaze iza nekog drugog objekta. Uzevši sve to u obzir uočićete da je vaše vidno polje samo jedan mali deo kompletnog vama vidljivog prostora. Taj fenomen predstavlja problem prilikom iscrtavanja trodimenzionalne scene. U ovom radu biće opisani potencijalni problemi koji se mogu javiti pri iscrtavanju trodimenzionalne scene, kao i metode za razrešenje tih problema.

I. GRAPHICS PIPELINE (OSNOVNI GRAFIČKI TOK PODATAKA)

Grafički tok podataka (*graphics pipeline*) predstavlja niz koraka (etapa) kroz koje je neophodno proći u procesu generisanja dvodimenzionalne slike iz trodimenzionalnog matematičkog modela scene. OpenGL i DirectX su grafički standardi koji opisuju veoma sličan grafički tok podataka.

Grafički tok podataka čine sledeće etape: *vertex shader* (programabilna etapa), *primitive/patch assembly* (fiksna etapa), *tessellation control* (programabilna etapa), *tessellation primitive generation* (fiksna etapa), *tessellation evaluation* (programabilna etapa), *geometry shader* (programabilna etapa), *rasterization* (fiksna etapa), *fragment shader* (programabilna etapa) i *raster operations* (fiksna etapa).

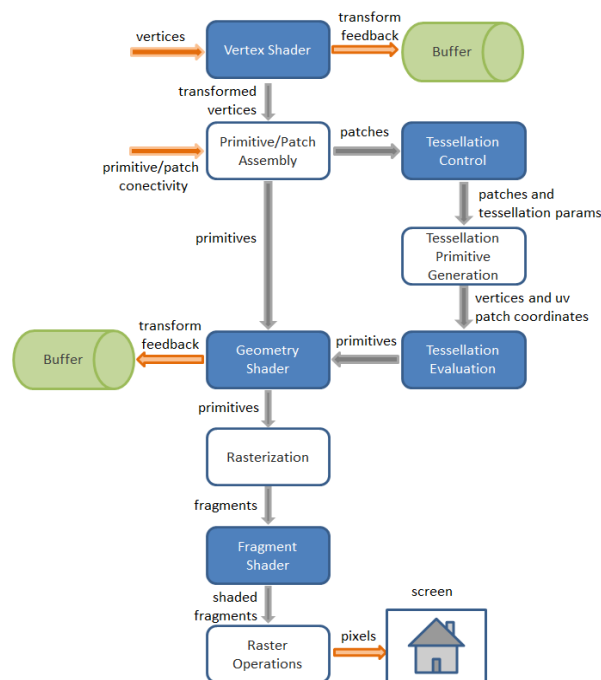
Korišćenje *geometry* etape, kao i svih *tessellation* etapa (*tessellation control*, *tessellation primitive generation* i *tessellation evaluation*) je opciono.

Shader-i su programi koji se izvršavaju na njima adekvatnim procesorima. Uglavnom se za komunikaciju između različitih etapa u grafičkom toku podataka koriste promenljive definisane od strane programera. Medjutim, postoji i nekoliko predefinisanih atributa koji služe za razmenu podataka između različitih etapa grafičkog toka podataka.

Prema Ujedinjenom modelu *shader*-a (*Unified shader model*) koji se koristi u modernom grafičkom hardveru, svaki od procesora grafičkog toka podataka može vršiti ulogu bilo kog od navedenih procesora, jer su skupovi instrukcija koje procesori koriste skoro identični.

Perica Nikolić je na Katedri za računarstvo, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: pericanikolic@gmail.com

Marija Potić-Nikolić je na Katedri za računarstvo, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: marijapotic@yahoo.com



Slika 1. Tok podataka kroz grafički pipeline.

II. 3D OPTIMIZACIJA I METODE

Rendering je proces kreiranja 2D slike ili animacije na osnovu matematičkog modela opisanog u 3D sceni. Postoje različite tehnike za 3D rendering koje zahtevaju više ili manje procesorske moći, vremena i resursa i samim tim se dobijaju manje ili više realistični rezultati. Ljudsko oko je u stanju da razazna 24 slike (frejma) u sekundi kako bi se održala iluzija pokreta, pa je, na osnovu toga, moguće podeliti 3D rendering na rendering u *ne-realnom vremenu* (proces rendering-a jedne slike traje mnogo duže od jedne sekunde) i rendering u *realnom vremenu* (proces rendering-a jedne slike traje nekoliko delova sekunde).

Postoji veliki broj optimizacionih tehnika koje ubrzavaju obradu u različitim etapama grafičkog toka podataka, a nekoliko najčešće korišćenih tehnika su: *BSP – Binary Space Partitioning*, *View frustum culling*, *Near-to-far drawing* i *Occlusion query*.

A. BSP – Binary Space Partitioning

Da bi se izbegla obrada svih objekata 3D prostora (3D sveta), celokupan 3D prostor je podeljen na *podsvetove*. Za podelu na podsvetove koristi se metoda sa nazivom *BSP* (*BSP – Binary Space Partitioning*). *BSP* je metoda za

rekurzivno deljenje prostora na skup podprostora, pri čemu se za deljenje koriste ravni. Za čuvanje tako dobijenih podprostora koristi se struktura nazvana *BSP stablo*. *BSP stablo* je generalizacija *K-dimenzionalnog stabla* koje se koristi za deljenje *K-dimenzionalnog* sveta. *K-dimenzionalni* prostor se *BSP* metodom deli na 2^k podprostora. Dolazimo do zaključka da se za reprezentaciju trodimenzionalnog prostora koristi oktalno stablo kojim se svaki prostor (ili podprostor) deli na 8 ($2^3=8$) podprostora.

B. View frustum culling

Uglavnom je potrebno da 3D scena bude sagledana iz više uglova, pa se u tu svrhu koristi virtuelna kamera. *View frustum* (vidno polje) je prostor koji sadrži sve elemente koji su potencijalno vidljivi na ekranu. Takav prostor je definisan postavkom kamere i, u slučaju kada se koristi perspektivna projekcija, ima oblik zarubljene piramide. Na vrhu piramide se nalazi kamera, dok njeno dno čini udaljena ravan odsecanja (*far plane*). Piramida je odsečena bliskom ravni (*near plane*), čineći tako zarubljenu piramidu.

View frustum culling algoritam služi za identifikaciju elemenata koji se nalaze unutar (kompletno ili delimično) vidnog polja virtuelne kamere i odbacivanje (*culling*) svih ostalih. Samo elementi koji su unutar vidnog polja, čak samo delimično, se prosledjuju grafičkom hardveru, čime se postiže značajna ušteda protoka i obrade podataka kroz kompletan grafički *pipeline*, jer se veliki deo uopšte ne prosledjuje.

Dva najčešće korišćena pristupa *view frustum culling* metode su *geometric* (geometrijski) i *radar* (radarski) pristup.

Geometrijski pristup se vezuje za prostor sveta (sve operacije se vrše u tom prostoru). Koristi se oblik vidnog polja, tj. šest ravni koje ga čine. Ravni se definišu tako da je normala svake od njih orjentisana ka unutrašnjosti vidnog polja. Testiranje da li je objekat unutar vidnog polja se svodi na izračunavanje sa koje strane svake od graničnih ravni se objekat nalazi.

Kod *radarskog* pristupa se sve operacije vrše u koordinatnom sistemu kamere. Da bi se testirala pripadnost tačke vidnom polju, neophodno je prevesti njene koordinate iz svetskih u koordinatni sistem kamere. Nakon toga se vrši testiranje da li je Z-koordinata tačke između vrednosti *nearDist* i *farDist*, koje označavaju udaljenosti bliske i daleke ravni od kamere respektivno. U slučaju da je uslov ispunjen, izračunavaju se i projekcije vektora položaja tačke na ravni XZ i YZ, kao i uglovi koje zaklapaju vektori projekcije sa pozitivnom Z-osom. Tako izračunati uglovi se porede sa horizontalnim i vertikalnim uglom vidnog polja, i na osnovu toga se određuje da li tačka pripada vidnom polju ili ne (tačka pripada vidnom polju ako su uglovi projekcija manji ili jednaki sa horizontalnim i vertikalnim uglom vidnog polja).

C. Near-to-far drawing (Z-buffering)

U 3D kompjuterskoj grafici *Z-bafer* se koristi za čuvanje koordinate dubine (Z-koordinata) i najčešće je hardverski implementiran. Z-koordinata, odnosno dubina, predstavlja udaljenost od posmatrača. Zbog toga se Z-bafer često naziva i *dubinski bafer* (*depth buffer*).

Pri obradi svake od primitiva, generišu se fragmenti čija se Z-koordinata čuva u dubinskom baferu. Dubinski bafer sadrži samo fragmente sa najmanjom Z-koordinatom, dok se svi ostali fragmenti odbacuju. Kako bi se poštedeo *fragment* procesor grafičkog toka podataka od obrade nevidljivih fragmenata, programer može da uredi listu objekata koji se prosledjuju grafičkom hardveru po udaljenosti od kamere, od najbližeg do najdaljeg (*near-to-far*). Na taj način se smanjuje broj izlaznih fragmenata generisanih *fragment shader*-om.

D. Occlusion query (test zaklonjenosti)

Occlusion query je OpenGL mehanizam koji omogućava programeru da približno odredi koliko fragmenata je obrađeno prilikom izvršenja određenog skupa komandi.

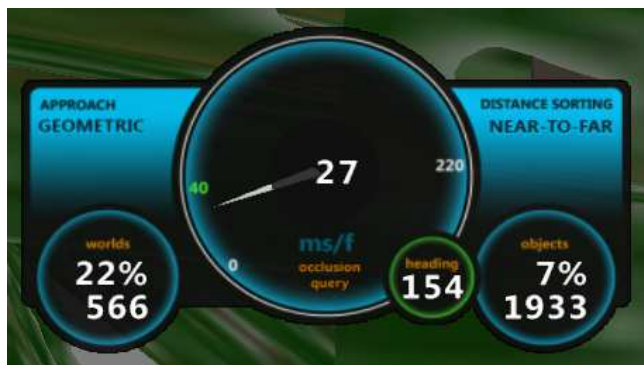
Occlusion query se bazira na ideji da se za svaki od potencijalno vidljivih objekata testira njegova vidljivost. Testiranje se vrši tako što se objekat propusti kroz grafički *pipeline*, pri čemu se koriste manje kompleksni *shader*-i. Nakon *occlusion query* testa je poznato koji objekti su zaklonjeni (*occluded*) drugim objektima.

III. IMPLEMENTACIJA

Korišćenjem prethodno navedenih metoda implementirana je test aplikacija koja pokazuje njihove prednosti. Aplikacija je implementirana u programskom jeziku C++, korišćen je *OpenGL* grafički standard. Svi testovi su vršeni pod *Windows 7 Professional Service Pack 1* operativnim sistemom.

Kako bi razlika u brzini iscrtavanja bila uočljivija, u aplikaciji su korišćeni kompleksni objekti koji su se neretko sastojali od nekoliko stotina trouglova. Šejderi napisani specijalno za potrebe test aplikacije imaju prilično zahtevan zadatak, počevši od mogućnosti obrade do 200 svetala, preko transparencije, pa do simuliranja osobina različitih materijala. Za iscrtavanje trodimenzionalnih objekata se koriste samo *vertex shader* i *fragment shader*, a postoje i *vertex* i *fragment shader*-i koji se koriste za iscrtavanje 2D objekata i za *occlusion query* test, ali su oni prilično jednostavni.

Za merenje performansi i vizuelni prikaz metoda koje se koriste u test aplikaciji konstruisan je merač koji je prikazan na slici 2.



Slika 2. Merač performansi u test aplikaciji.

U sredini se, na meraču sa strelicom, prikazuje vreme koje je potrebno za iscrtavanje jedne slike (frejma) mereno u milisekundama (*ms/f* – *milliseconds/frame*). U gornjem levom uglu je prikazan pristup (*approach*) koji se koristi u *view frustum culling* metodi. Gornji desni ugao rezervisan je za prikaz algoritma sortiranja po daljini (*distance sorting*) koji se trenutno koristi. Dole levo je prikazan procenat obradjenih i ukupan broj podsvetova korišćenih pri iscrtavanju trenutnog frejma. Slično tome, u donjem desnom uglu se prikazuje procenat obradjenih i ukupan broj objekata u svetu. Indikator *occlusion query* testa je prikazan (ako je test uključen) u donjem delu merača sa strelicom.

U cilju ilustrovanja rezultata testova, na slici 3 je prikazana razlika u brzinim iscrtavanja 3D scene korišćenjem *view frustum culling* metode (geometrijski pristup) u odnosu na brzinu iscrtavanja identične scene bez *view frustum culling* optimizacije. Svi ostali testovi vršeni su na sličan način.

Svaka optimizaciona metoda ponaosob donosi poboljšanje performansi, tj. smanjenje vremena iscrtavanja frejmova. Najbolji rezultat se dobija kada se sve metode koriste zajedno, što je i ilustrovano u tabeli 1.

TABELA 1

SMANJENJE VREMENA ISCRTAVANJA FREJMOVA KORIŠĆENJEM VIŠE OPTIMIZACIONIH METODA ZAJEDNO U ODNOSU NA VREME ISCRTAVANJA FREJMOVA BEZ OPTIMIZACIJE

Optimizacione Metode	Smanjenje vremena (%)
BSP	36
BSP, VFC (radar)	55
BSP, VFC (geometric)	56
BSP, VFC (geometric), NTF	67
BSP, VFC (geometric), NTF, OC	74

Legenda:

- BSP – Binary Space Partitioning
- VFC – View Frustum Culling
- NTF – Near-To-Far
- OC – Occlusion Query

Slika 3. Brzina iscrtavanja frejmova bez (gore) i korišćenjem (dole) *view frustum culling* metode.

IV. ZAKLJUČAK

Neprekidan razvoj industrije igara i svakodnevna težnja ka što realnijoj simulaciji stvarnosti podstiče razvoj računarske industrije, a samim tim i grafičkog hardvera. Grafički hardver (kao i hardver računara uopšte) ima konstantnu stopu razvoja iz godine u godinu, ali su računarske simulacije još uvek prilično bleđa slika realnosti.

Sa druge strane razvoj softvera je mnogo jednostavniji i jeftiniji, a samim tim i brži. Razvojem novih softverskih metoda moguće je značajno optimizovati već postojeći hardver.

Iako implementirane metode donose značajno poboljšanje performansi, to ne znači da ne mogu da se dodatno optimizuju. Npr. *occlusion query* metoda se može koristiti samo u slučajevima kada se zna da će smanjiti obim podataka za obradu, dok se u ostalim slučajevima neće koristiti. To je moguće postići čuvanjem istorije prethodnih uspešnih (i neuspešnih) pokušaja optimizacije *occlusion query* metodom i uslova pod kojima se to desilo. Ovo je samo jedan od primera optimizacija koje je moguće dodati u skup već implementiranih. Ali, s obzirom da grafički hardver stalno napreduje, najverovatnije će se otvoriti nove mogućnosti o kojima se trenutno i ne razmišlja.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se dr Dejanu D. Rančiću profesoru na Katedri za računarstvo Elektronskog Fakulteta u Nišu, kao i mr Aleksandru M. Dimitrijeviću asistentu na Katedri za računarstvo Elektronskog Fakulteta u Nišu na pomoći koju su nam pružili pri realizaciji rada.

LITERATURA

- [1] Richard S. W. Jr., Nicholas H., Graham S., Benjamin L.: OpenGL SuperBible Fifth Edition, 2010.
- [2] Binary Space Partitioning - http://en.wikipedia.org/wiki/Binary_space_partitioning.
- [3] Graphics Pipeline - http://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_pipeline.
- [4] Octree - <http://en.wikipedia.org/wiki/Octree>.
- [5] Unified Shader Model - http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_shader_model.
- [6] Indexed Primitives - <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa911046.aspx>.
- [7] Direct3D - [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff552841\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff552841(v=vs.85).aspx).
- [8] Frustum Culling - http://www.flipcode.com/archives/Frustum_Culling.shtml.
- [9] The Framebuffer - <http://www.glprogramming.com/red/chapter10.html>.
- [10] View Frustum Culling - <http://www.lighthouse3d.com/tutorials/view-frustum-culling/>.
- [11] Geometric Approach-Extracting The Planes - <http://www.lighthouse3d.com/tutorials/view-frustum-culling/geometric-approach-extracting-the-planes/>.
- [12] Radar Approach-Testing Points - <http://www.lighthouse3d.com/tutorials/view-frustum-culling/radar-approach-testing-points/>.
- [13] OpenGL Registry - <http://www.opengl.org/registry/>.

Realizacija indikatora ugla obrtanja pomoću akcelometra

M. Marjanović, D. Dimitrijević, S. Ilijin, A. Ilić

Sadržaj - U ovom radu objašnjen je princip određivanja nagibnog ugla pomoću dvoosnog akcelometra i prikazana je realizacija analognog mikrosistemskog indikatora ugla obrtanja sa 6 segmanata.

I. UVOD

Određivanje nagiba sistema uobičajeno se vrši pomoću žiroskopa. U nekim primenama, kada na sistem deluje gravitaciona sila, za određivanje ugla nagiba može se koristiti senzor ubrzanja, odnosno akcelometar. Akcelometar se koristi za detekciju položaja u mobilnim telefonima, za precizno pozicioniranje mikrosistema, za merenje nagiba u dečijim igračkama i drugo. Ovde je akcelometar iskorišćen za realizaciju analognog indikatora ugla obrtanja sa 6 indikacionih segmanata.

II. ODREĐIVANJE UGLA POMOĆU AKCELEROMETRA

Ugao nagiba određuje se korišćenjem gravitacionog ubrzanja - vektora $\vec{g}$ i njegovih projekcija na ose akcelometra. Za detekciju ugla mogu se koristiti akcelometri sa jednom, dve ili tri ose. Ograničenje pri korišćenju jedno-osnog akcelometra je nemogućnost merenja uglova od 0° do 360° , zato što je vrednost g pri nagibu od N° ista kao pri nagibu od $(180 - N)^\circ$. Za neke primene ovo je prihvatljivo, ali za primene koje zahtevaju veću rezoluciju ili mogućnost da se razlikuju uglovi nagiba potrebno je koristiti dvo-osni senzor ili još jedan jedno-osni. Jedna od glavnih prednosti korišćenja druge ose za određivanje ugla je konstantna osetljivost, zbog ortogonalnosti osa [1]. Osim toga prednost korišćenja druge ose je mogućnost detektovanja svih uglova od 0° do 360° .

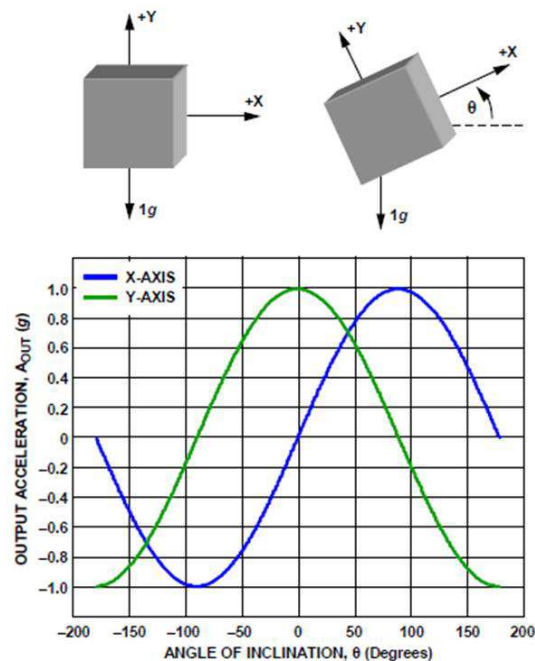
Ubrzanje po x-osi $A_{X,OUT}$ proporcionalno je sinusu ugla nagiba θ , a ubrzanje po y-osi $A_{Y,OUT}$, zbog ortogonalnosti, proporcionalno je kosinusu istog ugla (slika 1). Na osnovu toga, ugao nagiba se može odrediti korišćenjem odnosa ove dve vrednosti ubrzanja:

$$\frac{A_{X,OUT}}{A_{Y,OUT}} = \frac{1g \times \sin \theta}{1g \times \cos \theta} = \tan \theta \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_{X,OUT}}{A_{Y,OUT}} \right). \quad (2)$$

Inverzna tangensna funkcija daće vrednost ugla u I kvadrantu ako je odnos $A_{X,OUT}/A_{Y,OUT}$ pozitivan, a ako je

negativan, inverzna tangensna funkcija daće vrednost iz IV kvadranta (slika 2). Zbog toga vrednost izračunatog ugla na osnovu jednačine (2) treba korigovati ukoliko je stvarna vrednost ugla θ u II ili III kvadrantu. Za to je potrebno poznavanje kvadranta u kome se mereni ugao nalazi. Kao što je prikazano na slici 2, svakom kvadrantu odgovara jedinstvena kombinacija znakova ubrzanja po x i y osi. Dakle, kvadrant ugla se može odrediti ispitivanjem znaka merenog ubrzanja na svakoj osi. Kada je $A_{Y,OUT}$ pozitivno korekcije rezultata nema. Za $A_{X,OUT}$ pozitivno, a $A_{Y,OUT}$ negativno, ugao je u II kvadrantu i izračunatoj vrednosti treba dodati 180° . Kada su i $A_{X,OUT}$ i $A_{Y,OUT}$ negativni, vrednost od 180° treba oduzeti od rezultata izračunavanja.

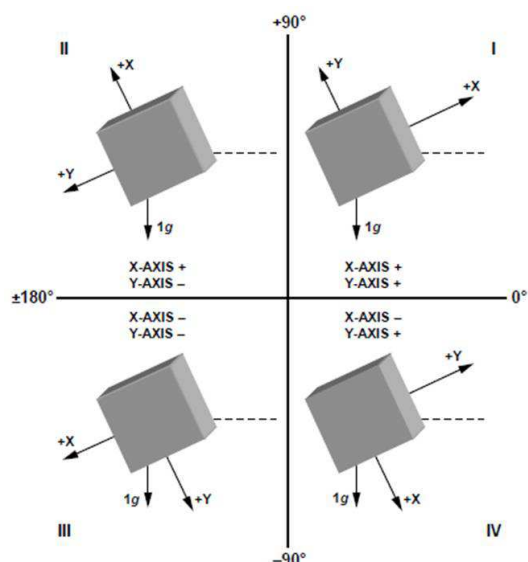


Slika 1. Zavisnost izlaznog ubrzanja od ugla nagiba za dvo-osni akcelometar

III. REALIZACIJA INDIKATORA UGLA OBRRTANJA

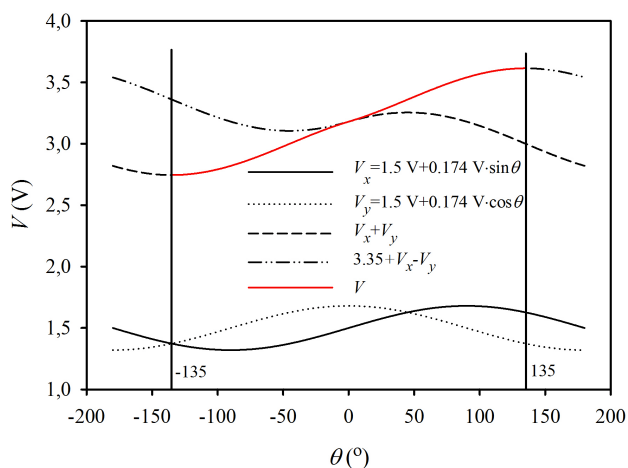
Za realizaciju indikatora ugla obrtanja korišćen je akcelometar ADXL325, proizvođača *Analog Devices* [2]. Radi se o tro-osnom akcelometru, male potrošnje, a izlazni signal je analogni napon proporcionalan ubrzanju sa osetljivošću od 174 mV/g . Ovaj akcelometar može da meri statičko gravitaciono ubrzanje prilikom nagiba (u aplikacijama određivanja ugla), kao i dinamičko ubrzanje usled pokreta, potresa ili vibracija.

Miloš Marjanović, Dragana Dimitrijević, Aleksandar Ilić su studenti na smeru Mikroelektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: m_milos@medianis.net



Slika 2. Ugaon nagiba i znak ubrzanja po osama za detekciju kvadranta

Realizovani indikator ne koristi proračun ugla obrtanja (što bi zahtevalo primenu digitalnih komponenti) već analogne vrednosti napona na izlazima senzora. Vrednosti napona na izlaznim x i y pinovima akcelometra u zavisnosti od ugla nagiba θ prikazane su na slici 3.

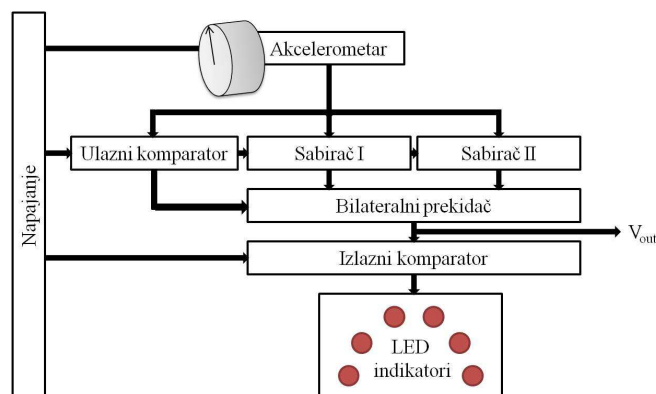


Slika 3. Zavisnost napona od ugla nagiba za akcelometar ADXL325

Npr. kada je akcelometar u položaju sa uglom nagiba 0° , ubrzanje po x-osi iznosi 0 g, a po y-osi 1 g. Tada je izlazni napon V_x jednak polovini napona napajanja akcelometra, (za napajanje od 3 V to je 1.5 V), dok je napon V_y maksimalan i iznosi $1.5 \text{ V} + 0.174 \text{ V} = 1.674 \text{ V}$. Sabiranjem napona V_x i V_y dobija se linearna zavisnost napona od ugla u opsegu od -135° do 0° . Sa druge strane, vrednost napona $3.35 \text{ V} + V_x - V_y$ ima linearnu zavisnost od ugla u opsegu od 0° do 135° . Kombinovanjem ovih zavisnosti ostvaruje se linearna zavisnost između izlaznog napona V i nagibnog ugla θ na ukupnom opsegu od 270° (slika 3), potrebnom za realizaciju indikatora.

A. Princip rada

Indikator ugla je realizovan tako što je odgovarajućim elektronskim kolom na osnovu vrednosti napona sa x i y izlaza akcelometra generisan izlazni napon V_{out} proporcionalan uglu obrtanja senzora. Blok šema uređaja prikazana je na slici 4.



Slika 4. Bloka šema indikatora ugla obrtanja

Iščitava se vrednost izlaznog napona akcelometra po x-osi i poredi sa referentnim naponom od 1.5 V u ulaznom komparatoru. Ukoliko je mereni napon manji od referentnog, kao izlazni napon V_{out} predaje se izlaz iz sabirača I (napon $V_x + V_y$). Ukoliko je napon V_x veći od referentnog, vrednost V_{out} je izlaz iz sabirača II (napon $3.35 \text{ V} + V_x - V_y$). Izlazni napon dostupan je za dalju obradu u okviru složenijeg sistema. Kod realizacije indikatora ugla obrtanja, u zavisnosti od napona V_{out} preko izlaznog komparatora se uključuje određeni broj LED-ova, koji označavaju trenutni položaj dugmeta za koje je akcelometar vezan u odnosu na referentni.

B. Opis blokova uređaja

Aktivne komponente i senzor uređaja se napajaju sa 5 V DC i 3 V DC preko spoljašnjih naponskih ispravljača, a potreban negativan napon se dobija korišćenjem CMOS naponskog konvertora ICL7660 [3].

Kako na akcelometar ne bi uticao ostatak kola korišćeni su baferi impedanse realizovani pomoću operacionih pojačavača. Signal iz senzora prosleđuje se na ulazni komparator, čiji je referentni napon od 1.5V dobijen putem razdelnika napona. Izlazni signali komparatora koriste se kao signali dozvole analognog prekidača 74HC4066 [4].

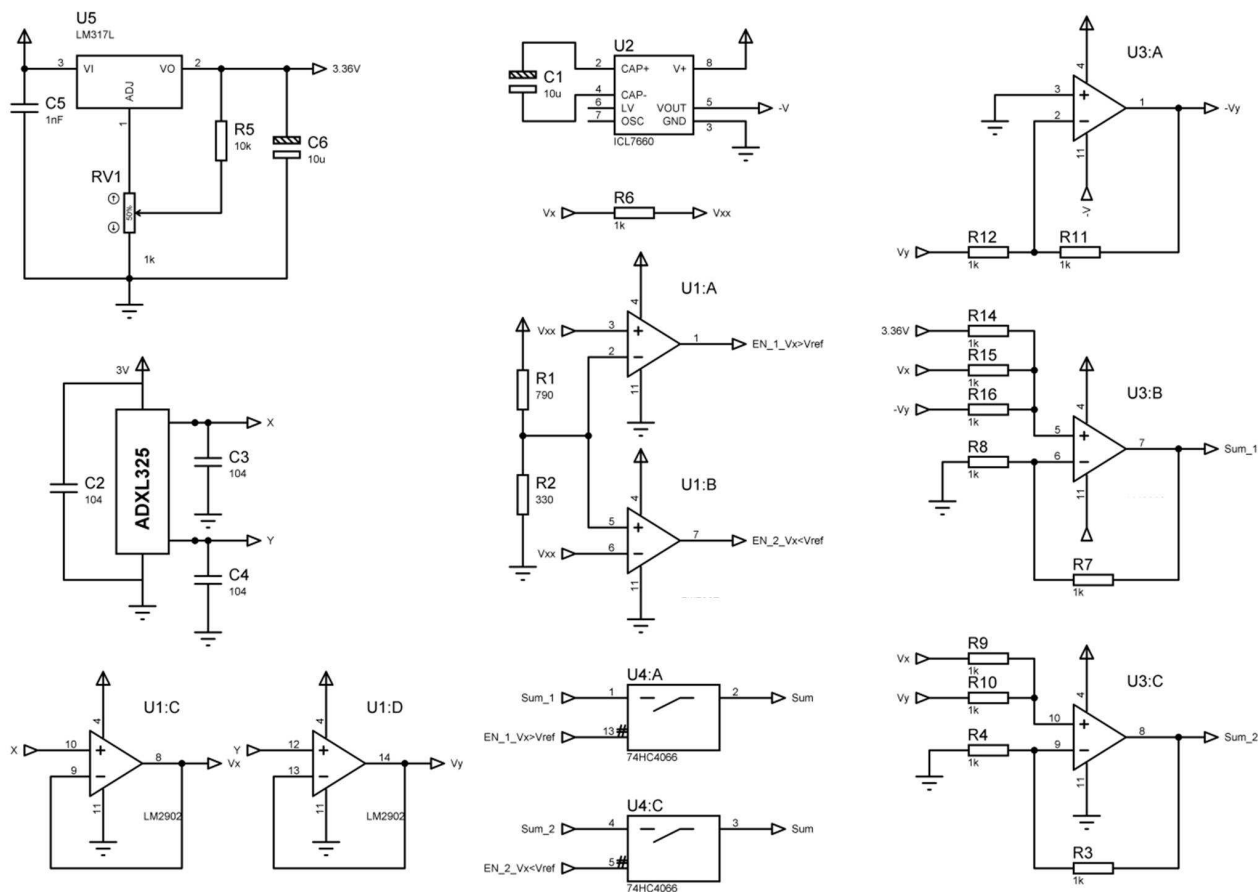
Izlazni naponi iz akcelometra obrađuju se u sabiračima realizovanim pomoću *rail-to-rail* operacionih pojačavača TS912 [5]. Ovaj operacioni pojačavač je izabran jer poseduje odličan odnos performanse – cena, a napajanje mu može biti i jednostruko i dvostruko. Operacioni pojačavač mora biti *rail-to-rail* kako bi se iskoristio puni naponski opseg, odnosno očuvala osetljivost akcelometra. Sabirač I sabira napone V_x i V_y , dok sabirač

II izračunava $3.35\text{ V} + V_x - V_y$. Za dobijanje negativnog napona ($-V_y$) iskorišćen je operacioni pojačavač u invertujućoj konfiguraciji, koji zahteva dvostrano napajanje realizovano pomoću konvertora napona. Konstantan napon od 3.35 V dobijen je iz naponskog regulatora LM317 [6]. Naponi iz sabirača dovode se na ulaze bilateralnog analognog prekidača 74HC4066, a koji od napona se javlja kao izlazni zavisi od signala ulaznog komparatora.

Izlazni napon se preko kola za linearno preslikavanje opsega napona [7] dovodi na ulaz komparatora čiji su

akcelerometra, tj. ugla obrtanja dugmeta na čiju osovinu je on montiran biće uključen određen broj LED-ova. Kada je dugme u krajnjem levom položaju uključen je jedan LED, na sledećoj poziciji biće uključena 2 LED-a, a u krajnjem desnom položaju biće uključeno svih 6 LED-ova.

Električna šema realizovanog uređaja prikazana je na slici 5. Napon “Sum” označen na slici 5 vodi se u kolo za linearno preslikavanje opsega napona, čija je realizacija data u [7]. Izlazni napon ovog kola je ulazni signal izlaznog komparatora sa LED indikatorima, čija je realizacija data u

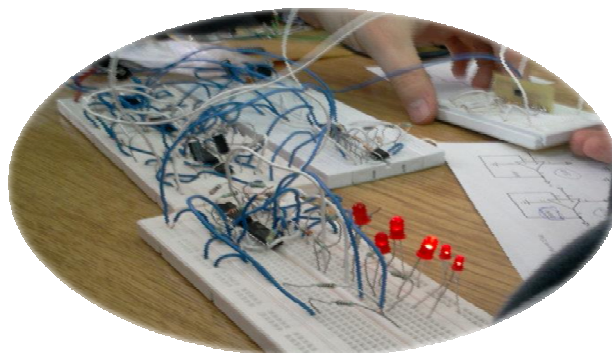


referentni nivoi za dobijanje 6 segmenata indikacije određeni razdelnikom napona [8]. U zavisnosti od položaja Slika 5. Električna šema indikatora ugla obrtanja [8].

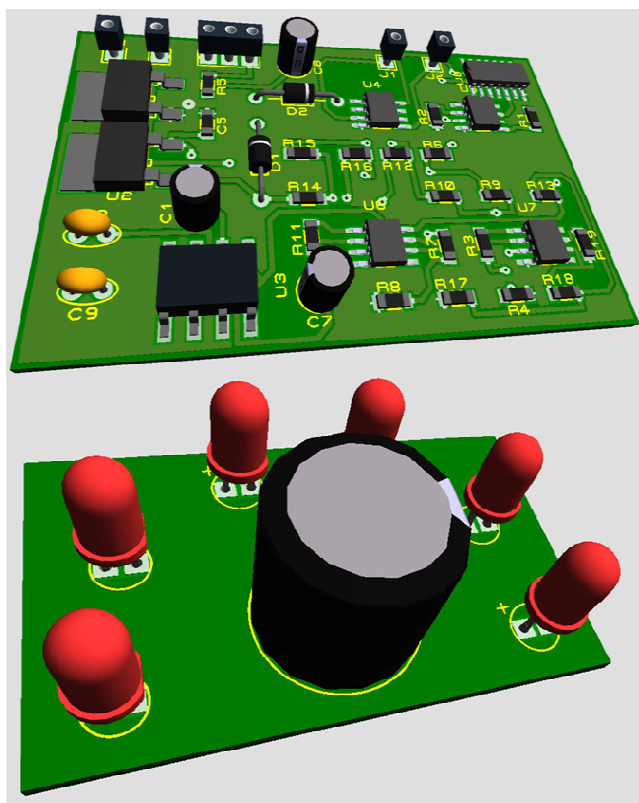
C. Izrada uređaja

Uređaj je razvijen i testiran u laboratorijskim uslovima na proto ploči (slika 6). Pri realizaciji su korišćene komponente koje sadrže više istorodnih analognih elemenata u okviru istog kućišta (npr. 4 operaciona pojačavača ili 2 kontrolabilna prekidača).

Idejni projekat za štampane ploče (PCB) sa elektronikom i indikacionim LED-ovima urađen je u programu Proteus ARES Professional [9]. 3D prikaz PCB-ova dat je na slici 7.



Slika 6. Indikator realizovan na proto ploči



Slika 7. Idejni 3D prikaz štampane ploče indikatora ugla obrtanja, gore: PCB sa elektronikom, dole: PCB sa LED indikatorima

IV. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana jedna od mogućih analognih realizacija indikatora ugla obrtanja korišćenjem akcelerometra. Sam uređaj se može u finalnom obliku realizovati kao mikrosistem čija montaža i rukovanje su jednostavni. Broj indikacionih segmenata se po potrebi može jednostavno prilagoditi modifikacijom izlaznog komparatora. Indikator je moguće montirati na različitim uređajima i mašinama, na primer za indikaciju zadate

brzine motora, jačine zvuka. Ostavljena je i mogućnost nadogradnje uređaja, na primer u pogledu indikacije prostornog ugla.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja praktični deo ispita "Projektovanje mikrosistema" na modulu Mikroelektronika i mikrosistemi (VII semestar). Autori rada zahvaljuju dr Aneti Prijić na nesebičnoj pomoći pruženoj prilikom izrade ovog rada. Takođe, zahvaljujemo se svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku na znanju koje su nam pružili, što je bilo od neprocenjive koristi prilikom realizacije rada.

LITERATURA

- [1] Ch. J. Fisher, „Using an Accelerometer for Inclination Sensing“, Application Note, *Analog Devices*, 2010, pp. 1-6. [On Line]. Dostupno na: <http://www.analog.com>
- [2] ADXL325, Datasheet, *Analog Devices*. [On Line]. Dostupno na: <http://www.analog.com>
- [3] ICL7660, Datasheet, *Intersil*. [On Line]. Dostupno na: <http://www.intersil.com>
- [4] 74HC4066, Datasheet, *Phillips Semiconductors*. [On Line]. Dostupno na: <http://content.solarbotics.com/products/datasheets/74hct4066.pdf>
- [5] TS912, Datasheet, *ST Microelectronics*. [On Line]. Dostupno na: http://eris.liralab.it/wiki/images/4/42/Datasheet_micAmp.pdf
- [6] LM317, Datasheet, *National Semiconductor*. [On Line]. Dostupno na: <http://www.national.com>
- [7] R. Mancini, “OpAmps for Everyone – Design Reference”, *Texas Instruments*, 2002, pp. 4-8 – 4-22. [On Line]. Dostupno na: <http://www.ti.com/lit/an/slod006b/slod006b.pdf>
- [8] M. Marjanović, “Detektor osvetljenosti sa LED indikatorima”, *IEEEESTEC- 3rd Student Projects Conference*, Niš, 2010, pp. 5-9.
- [9] Proteus ARES Professional, software. [On Line]. Dostupno na: <http://www.labcenter.com>

Ispitivanje sigurnosti web sajtova pomoću Acunetix skenera

M. Jeremić, D. Jeremić, Đ. Kostadinović, A. Matejić

Sadržaj – U ovom radu opisane su karakteristike skenera web slabosti proizvođača Acunetix. Razmatrane su prednosti ovog skenera u odnosu na slične alate drugih proizvođača.

I. UVOD

Preko 70% web sajtova ima slabosti [1] koje mogu da se iskoriste za krađu poverljivih kompanijskih podataka kao što su informacije sa kreditnih kartica, liste klijenata, istorija poslovanja, finansijski izveštaji, itd.

Hakeri su skoncentrisani na razne web aplikacije – korpe za kupovinu, stranice za login, dinamički sadržaj, itd. Dostupne 24 časa svakog dana, bilo gde u svetu, neobezbeđene web-aplikacije pružaju lak pristup kompanijskim bazama podataka i takođe omogućavaju hakerima da izvedu ilegalne aktivnosti koristeći napadnuti sajt. Web-sajt može biti iskorišćen za pokretanje kriminalnih aktivnosti kao što su hosting phishing sajt ili za transfer zabranjenih sadržaja. Hakeri zloupotrebljavaju web-sajt, čineći vlasnika odgovornim za nezakonita dela.

Firewall, SSL i locked-down serveri ne pružaju zaštitu od hakovanja web aplikacija. Napadi putem Web aplikacija, koji se vrše po portovima 80/443, prolaze direktno kroz firewall, pored operativnog sistema i mrežne zaštite i omogućuju pristup aplikacijama i kompanijskim podacima. Kastomizovane web aplikacije su često nedovoljno testirane, imaju neotkrivene slabosti i laka su meta za hakere.

II. ACUNETIX SKENER

Acunetix skener web-slabosti [2] čuva web sajtove, automatski analizira web aplikacije i pronalazi opasne SQL injection, Cross site scripting i ostale slabosti. Skener otkriva gde web aplikacije moraju da budu popravljene, i tako omogućava zaštitu on line posla od hakerskih napada.

Acunetix je svetski lider u zaštiti web aplikacija. Inženjeri Acunetixa su se fokusirali na web zaštitu još 1997. godine i imaju vodeće mesto u razvoju web sajt analize i detekcije slabosti. Acunetixov skener web-slabosti uključuje mnoge inovativne karakteristike:

- AcuSensor tehnologija koja dozvoljava precizno skeniranje mnogih slabosti
- Automatizovani klijentski script analizator - dozvoljava sigurnosno testiranje Ajax i Web 2.0 aplikacija
- Napredno i dubinsko SQL Injection i Cross site scripting testiranje

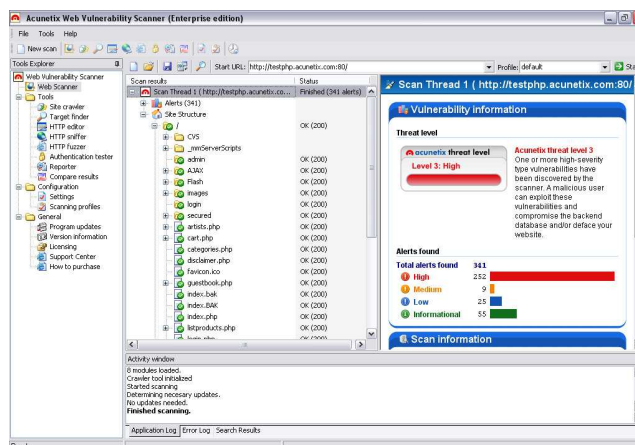
M. Jeremić je iz Knjaževačke gimnazije, Karađorđeva 16, Knjaževac, Srbija, E-mail: miljan.jeremic@gmail.com

D. Jeremić je student Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

Đ. Kostadinović je iz Naftne industrije Srbije, Direkcija za IKT, 12. februar 157, Niš, Srbija.

A. Matejić je učenik Knjaževačke gimnazije, Karađorđeva 16, Knjaževac, Srbija.

- Napredni penetration testing alati, kao što su HTTP Editor i HTTP Fuzzer
- Visual macro recorder - čini jednostavnim testiranje web formulara i lozinkom zaštićenih delova
- Podržava stranice sa CAPTHCA, single sign-on i Two Factor autentifikacijskim mehanizmima
- Opsežni kapaciteti za izveštavanje uključuju i VISA PCI izveštavanje
- Višelinijski i ultra-brzi skener koji proverava stotine hiljada strana
- Inteligentni pretraživač detektuje tip web servera i aplikativni jezik
- Acunetix pretražuje i analizira websajtove uključujući flash sadržaj, SOAP i AJAX
- Automatizuje File Upload Forme testiranja slabosti
- Port skeniranje i mrežna upozorenja protiv web servera za kompleksne sigurnosne provere.



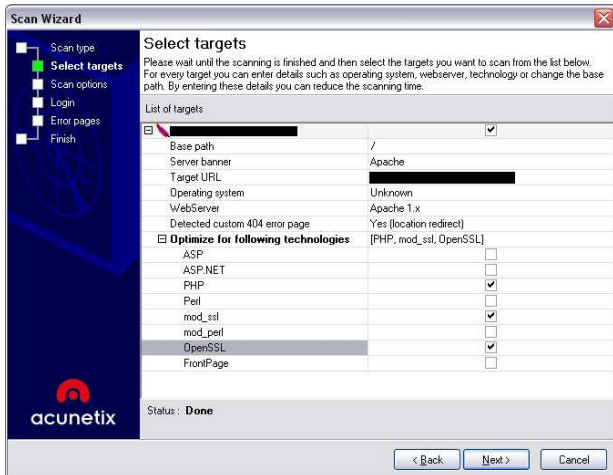
Slika 1. Acunetix skener, glavni meni

Acunetix vrši proveru svih web ranjivosti uključujući SQL Injection, Cross site scripting i druge tehnike zloupotrebe. SQL Injection je haking tehnika koja menja SQL upite sa ciljem dobijanja pristupa podacima u bazi podataka. Cross site scripting napadi dozvoljavaju hakerima da izvrše maliciozne skripte u Internet pretraživaču posetioca web sajta. Otkrivanje ovih slabosti zahteva složen mehanizam detekcije. Najvažnija stvar u skeniranju web slabosti nije broj napada koji može biti detektovan, već složenost i temeljnost u skeniranju.

A. Prednosti skenera

Acunetix je razvio najsavremeniji mehanizam detekcije slabosti, tzv. Acunetix AcuSensor tehnologiju. Ova sigurnosna tehnologija omogućava identifikaciju većeg broja slabosti nego tradicionalni Web Application Scanner, uz generisanje manje lažnih detekcija. Uz to, ona ukazuje tačno u kom delu koda postoji slabost i izveštava koja bi bila odgovarajuća ispravka - debug.

Najsavremiji CSA (client script analyzer) mehanizam omogućava sveobuhvatno skeniranje najnovije i najstroženije AJAX / Web 2.0 web aplikacije i pronalaženje web slabosti.



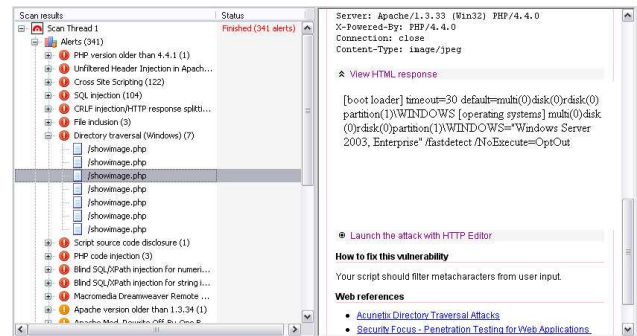
Slika 2. Acunetix skener, početak skeniranja

Acunetix skener web-slabost takođe opciono pokreće skeniranje portova u odnosu na web server koji hostuje web sajt i automatski identifikuje mrežne servise koji koriste otvoreni port, što otvara seriju sigurnosnih testova na te servise. Postoji mogućnost razvoja prilagođenih testova uz pomoć detaljne SDK dokumentacije koju pruža Acunetix.

Bezbedonosne provere koje stižu sa proizvodom su: testovi na slabe lozinke na FTP, IMAP, SQL serverima, POP3, Socks, SSH, Telnet i ostale ranjivosti DNS servera poput Open Zone Transfer, Open Recursion i Cache Poisoning. Takođe sprovodi i testove FTP pristupa poput onih gde je omogućen anoniman pristup i liste izmenjivih FTP direktorijuma, bezbednosne provere za loše konfigurisane Proxy servere, proverava na slabe SNMP Community String, slabe SSL cipher-e, kao i mnoge druge sofisticirane bezbednosne provere. Acunetix skener web-slabosti sadrži modul koji može da generiše izveštaj koji pokazuje da li web aplikacija podleže zahtevima VISA PCI Data Compliance regulative.

Google Hacking Database (GHDB) je baza upita korišćenih od strane hakera da bi identifikovali osetljive informacije na web sajtu kao što su logon strane portala, logovi sa informacijama o mrežnoj bezbednosti, itd. Acunetix pokreće upite iz Google Hacking Database na

analizirani sadržaj web sajta i identifikuje osetljive podatke ili mete koje se mogu zloupotrebiti pre nego što to uradi haker.



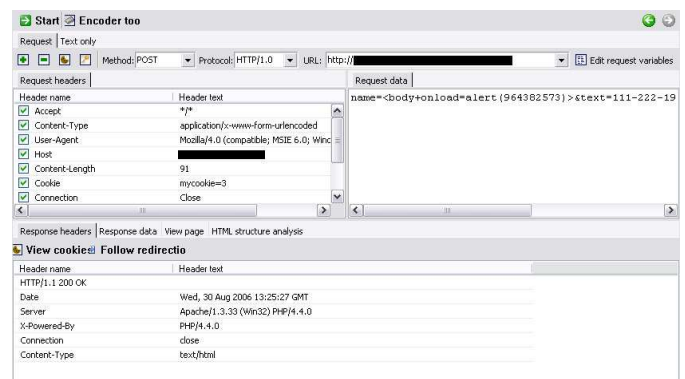
Slika 3. Acunetix skener, rezultati skeniranja

Acunetix skener web-slabosti ima mogućnost automatskog popunjavanja web formi i autentifikacije pri web logovanju. Većina web skenera ovo ne mogu ili zahtevaju kompleksne skripte da bi testirali ovakve strane. Koristeći „macro recording tool“ u Acunetixu može se snimiti logovanje ili proces popunjavanja formi i sačuvati sekvenca. Skener zatim može reprodukovati ovu sekvencu za vreme procesa skeniranja i popuniti web formu automatski ili se logovati na delove sajta koji su zaštićeni lozinkom.

B. Napredne alate za testiranje

Pored složenog mehanizma detekcije, Acunetix ima napredne alate koji dozvoljavaju testerima da izvrše dublje sigurnosne provere u web aplikacijama:

- HTTP Editor – Sa ovim alatom mogu se kreirati HTTP/HTTPS zahtevi i analizirati odziv web servera.



Slika 4. Acunetix skener, HTTP Editor

- HTTP Sniffer – Omogućava presretanje, logovanje i modifikovanje celokupnog HTTP/HTTPS saobraćaja i ulaganje u trag svim podacima koje šalje web aplikacija

- HTTP Fuzzer – Vršiti složenu pretragu na buffer overflow i proveru ulaznih podataka. Moguće je testiranje hiljada ulaznih varijabli jednostavnim kreiranjem pravila za HTTP fuzzer. Ovakva testiranja nekada su trajala danima, a ovaj skener završava to testiranje za nekoliko minuta.
- Blind SQL Injector je automatizovani alat za izvlačenje podataka iz baze i kreiranje manualnih testova koji omogućuju dalje testiranje SQL Injection.
- Omogućava kustomizovane napade ili modifikaciju postojećih uz pomoć Web Vulnerability Editor-a.

Napredni sadržaji su i sledeći:

- Poređenje skeniranja i pronalaženje razlika sa prethodnim skeniranjima
- Jednostavno reviziranje promena websajta sa mogućnošću ponovljenog skeniranja
- Detekcija popularne web aplikacije i njihovih ranljivih verzija
- Detekcija lokacije sa slabim dozvolama i ako su opasne HTTP metode dozvoljene
- Generisanje liste neobičnih HTTP odgovora kao npr. interne serverske greške, HTTP 500...
- Podešavanje liste lažnih uzbuna.

C. Verzija 7 Acunetix skenera

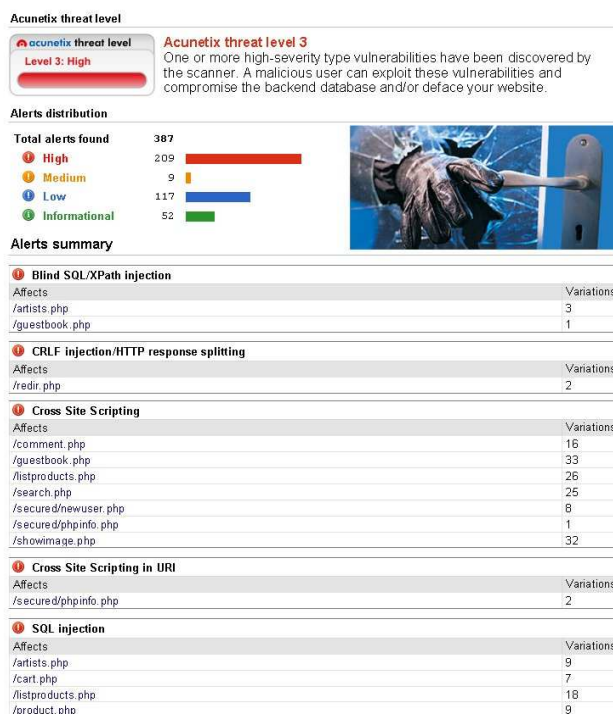
Acunetix skener web - slabosti je dostupan u tri izdanja [2]: Small Busines (izdanje za jedan nominovani web sajt), Enterprise (izdanje omogućava skeniranje neodređenog broja web sajtova) i Consultant (izdanje koje omogućava korišćenje Acunetix WVSa zahvatnih testova).

Kod Acunetix SWS Verzije 7, većina bitnih komponenata je promenjeno u odnosu na ranije verzije. 75% je brži i radi sa pametnijim i bržim scanning mehanizmom. U verziji 7, takođe, mogu se skriptovati sopstveni web i mrežni testovi provere slabosti, jer je baza slabosti premeštena na skripte. Skriptovanje takođe omogućava naprednije i fleksibilnije sigurnosne provere, smanjujući broj lažnih detekcija.

Sušтина novih stavki:

- Revolucionarni scanning mehanizam detektuje širu oblast web slabosti
- Manji broj lažnih detekcija; ljudske tehnike pronalaženja slabosti
- Unapređena podrška web 2.0 aplikacijama; bolje rukovanje i tumačenje JSON-a i XML-a
- Unapređene tehnike rukovanja i detekcije linkova i ulaznih parametara
- Spajanje slabosti radi olakšanja koordinacije ispravke slabosti
- Manje šanse obaranja web sajta; naprednija analiza prezentacionog sloja web sajta
- Unapređeno rukovanje menadžment sesije kod Web 2.0 aplikacija

- Novi grfički Scan Status Interface pokazuje korisniku sitne detalje skeniranja
- Mogućnost ponovljenog skeniranja specifičnih slabosti
- Autorizovani HTTP čvor podešavnja; podržava višestruke HTTP autorizovane potvrde
- Podržava više tipova podataka
- Brže i bolje rukovanje mrežnim saobraćajem; podržava DNS caching, keep-alive
- Unapređene stare i dodate nove web sigurnosne revizione tehnike
- Drastično unapređeni file upload sigurnosni testovi
- Podržava širu oblast komunikacionih mehanizama
- Nova "Acunetix altka za skriptovanje" pomaže u skriptovanju novih slabosti
- Mogućnost automatske objave tačnih i bitnih podataka u web formi.



Slika 5. Acunetix skener, izveštaj rezultata skeniranja

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su karakteristike skenera web nesigurnosti. Inovativna karakteristika skenera web slabosti je brzo pronalaženje slabosti sa malim brojem lažnih uzbuna. Verzija 7 Acunetix skenera je 75% brža od prethodnih i radi sa pametnijim i bržim scanning mehanizmom. Dobra karakteristika nove verzije skenera je mogućnost skriptovanja sopstvenih web i mrežnih testova provere slabosti.

LITERATURA

- [1] Web Vulnerability Security, članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.smart.rs/starten/Usluge/Impl/ITbezbednost/Stranice/WebVulnerabilitySecurity.aspx>
- [2] Acunetix, web sajt. [On Line] Dostupno na: www.acunetix.com
- [3] Acunetix Web Vulnerability Scanner, članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.net-security.org>

Algoritmi traženja na primeru igre X-O

M. Kosanović, Ž. Kalezić

Sadržaj - U ovom radu pokušavamo da objasnimo osnovne pojmove vezano za programiranje kompjuterskih igara i izvršimo pregled standardnih metoda za pretraživanje stabla igre. Opisali smo evoluciju ovih algoritama i potrudili si da objasnimo najznačajnije predstavnike, njihove karakteristike, sličnosti i razlike. U praktičnom delu ovog rada smo želeli da na primeru igre iks-oks prikažemo funkcionisanje ovih algoritama i ujedno eksperimentalno proverimo tvrdnje da je alfa-beta znatno bolji od minmaks algoritma, da efikasnost ovog algoritma u velikoj meri zavisi od načina sortiranja grana, da je metod negascout bolji od alfa-beta u proseku za 10%, ali i da, ukoliko grane nisu sortirane, može da bude čak i lošiji.

I. UVOD

Ove stranice su posvećene algoritmima za pretraživanje koji se koriste pri programiranju logičkih igara. Ovde ćemo se pre svega koncentrisati na determinističke, naizmenične igre sa potpunom informacijom i nultim sumiranjem, mada se svi navedeni algoritmi mogu generalizovati. Klasičan primer ovakvih igara su iks-oks i šah.

Prvo će biti predstavljeni neki osnovni pojmovi koji se koriste pri programiranju igara, zatim ćemo objasniti pojam heuristike u logičkim igrama, i predstaviti i ukratko opisati nekoliko najpoznatijih algoritama za pretraživanje stabla igre.

Na kraju ćemo izvesti eksperiment i na igri iks-oks demonstrirati sve navedene algoritme i prikazati rezultate od kojih smo došli.

II. METODI PROGRAMIRANJA LOGIČKIH IGARA

U igri u kojoj učestvuje više igrača, svaki učesnik se trudi da predvidi moguće poteze ostalih do izvesne dubine i da izabere najpovoljniji potez koji bi ga doveo do pobeđe.

U tekstu "Programming a digital computer for playing Chess" [6] koji je Shannon objavio 1950. godine opisuju se dve opšte strategije za izbor poteza: strategije A i B tipa (danas često označavane kao Shannonova A i B strategija):

A. Minimaks procedurom vrši se iscrpno (brute-force) pretraživanje stabla igre sa određenom evaluacionom funkcijom i ocenjivanjem legalnih poteza; bira se potez sa najboljom ocenom

B. Potez se bira na osnovu trenutne pozicije/situacije u igri i na osnovu znanja koje je ugrađeno u igru. Ova strategija pokušava da oponaša ljude.

M. Kosanović, Ž. Kalezić are with the Department of Computer Science, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: mkosanovic@gmail.com, zeljkoalekovic@gmail.com

Koncept zasnovan na Shannon-ovoj A strategiji naziva se i gledanje unapred ili gledanje u dubinu (lookahead) pristupom, a ponegde i „sistematskim pretraživanjem“ ili „dubinskim pretraživanjem“. Ako bi se korišćenjem ove strategije pretraživanje stabla igre vršilo min-maks algoritmom do završnih stanja igre, ispitivanjem svih mogućih tokova partije, zaista bi bio izabran najbolji legalan potez i taj izbor bi imao savršeno obrazloženje u samom primenjenom algoritmu. Međutim, za većinu igara nije praktično moguće pretražiti kompletno stablo igre. Čak i pretraživanje stabla igre do dubine od svega nekoliko poteza u igrama sa prosečno deset ili dvadeset legalnih poteza, zahteva ispitivanje miliona pozicija. Zbog toga, efikasna primena Šenonove A strategije svodi se na pretraživanje stabla igre do relativno male dubine algoritima koji su maksimalno ubrzani, uz dobro osmišljenu, ali jednostavnu funkciju evaluacije za ocenu nezavršnih pozicija igre (umesto jednostavne „trovrednosne“ funkcije za ocenu završnih pozicija) [1].

Shanon-ovoj strategiji B tipa odgovara koncept koji zovemo gledanje uvis ili možda adekvatnije trenutni pogled (lookup). Ovaj pristup zahteva ugradnju velike količine znanja, koja se često realizuje kao unapred pripremljene tabele sa dve kolone: u jednoj su moguće pozicije igre, a u drugoj optimalni potezi. Ovaj pristup rešavanju je mnogo sličniji i bliži ljudima. Na osnovu ugrađenog znanja (iskustva) mi tražimo odgovarajuće obrasce i vršimo mnogo selektivniju pretragu. Ovakvim pristupom gubi se svojstvo po kome se pretraživanjem dobija zaista najbolji potez, ali se ujedno obim pretraživanja i različitih izračunavanja smanjuje i dobija se na brzini.

III. HEURISTIKA

Reč heuristika vodi poreklo od Grčke reči heuriskene, što u prevodu znači "pronaći" ili "otkriti". Trenutno, po wikipediji, heuristika je funkcija koja evaluira i sortira opcije u različitim algoritmima pretraživanja u svakom čvoru na osnovu raspoloživih informacija, kako bi se pronašlo najbolje rešenje.

U bilo kom problemu pretraživanja gde iz svakog čvora vodi b grana, i želimo da računamo do dubine d , naivni algoritam bi morao da pretraži b^d čvorova. Heuristika poboljšava efikasnost algoritma za pretraživanje tako što smanjuje prosečni faktor grananja koristeći metod odsecanja grana (pruning).

Što je faktor grananja bolji, pretraživanje je brže, i na prvi pogled heuristika je bolja, međutim može se desiti da je najbolje rešenje ostalo u nekoj od grana koje smo "odsekli" odnosno isključili iz pretraživanja.

Primena heuristike ne garantuje nalaženje najboljeg rešenja i zbog toga biranje odgovarajuće heuristike za vaš

program nije egzaktno niti jasno definisano, već uvek predstavlja balansiranje između brzine i kvaliteta rešenja koje tražite.

IV. EVALUACIONA FUNKCIJA

U cilju određivanja najboljeg poteza za igrača koji je na redu da igra, čvorovima stabla igre se mogu dodeliti neke ocene, na osnovu kojih čvorovi tj. pozicije i potezi mogu da se porede po kvalitetu. Statička ocena je vrednost koja se, u skladu sa specifičnim karakteristikama konkretne igre, dodeljuje poziciji pri čemu se ne ispituju mogući nastavci koji joj odgovaraju.

Radi efikasnosti, funkcija evaluacije obično se implementira kao racionalna ili celobrojna funkcija. Smisao funkcije evaluacije za protivnike u igri za dva igrača je suprotan — ono što je najbolje stanje za jednog igrača najlošije je za drugog i obratno.

Gotovo svo znanje o igri koje se koristi sadržano je u funkciji evaluacije i u najvećoj meri od nje zavisi kvalitet igre programa [2]. Potrebno je da sadrži što više relevantnih informacija, ali s druge strane, kako se izračunava mnogo puta, potrebno je da bude jednostavna.

Takođe, poželjno je da funkcija evaluacije za simetrične pozicije (za zamenjene uloge igrača) daje vrednosti koje se razlikuju samo po znaku. Najjednostavnija je tzv. trovrednosna funkcija. Ona se primenjuje samo na završne pozicije igre i ima samo tri različite vrednosti — za pobedu prvog, za pobedu drugog igrača i za nerešen ishod (npr. 1, -1 i 0). Trovrednosna funkcija zahteva pretraživanje stabla igre do završnih čvorova, pa je, zbog potencijalno velike dubine pretraživanja, ova funkcija za većinu igara praktično neupotrebljiva [1].

V. MINMAX PRETRAGA

Za svaku igru možemo definisati Stablo poteza u kojem svaki čvor odgovara jednoj poziciji table i svaki sin čvora predstavlja poziciju u koju se može stići iz tog čvora.

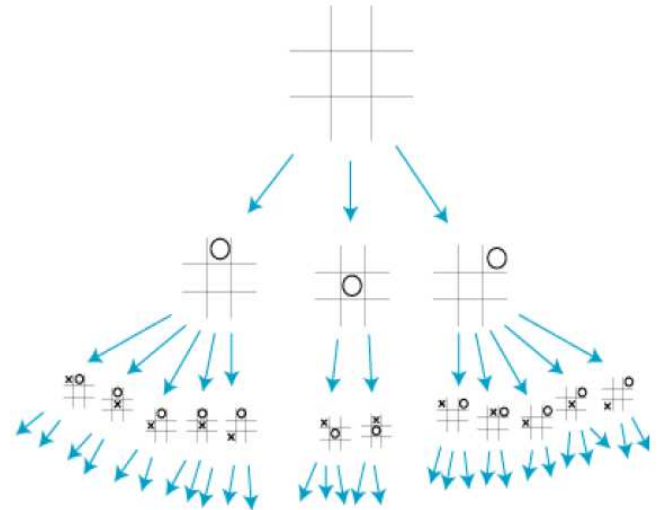
U stablu poteza postoje tri vrste čvorova:

1. **Unutrašnji čvorovi na parnim nivoima** — odgovaraju pozicijama gde je prvi igrač na potezu
2. **Unutrašnji čvorovi na neparnim nivoima** — odgovaraju pozicijama gde je drugi igrač na potezu.
3. **Listovi** — odgovaraju pozicijama na kojima se igra završava, tako što je pobedio jedan od igrača, ili je igra završena nerešenim rezultatom.

Pretpostavimo da imamo unutrašnji čvor čiji su svi sinovi listovi, pa se igra završava u sledećem potezu. Tada možemo podrazumevati da će igrač koji je na potezu odabrati najbolji potez. Ako postoji list koji mu donosi pobedu, on će odigrati baš taj potez i pobediti. Ako nema takvog lista, ali ima lista koji donosi nerešeno, igrač će se odlučiti za nerešeno. Ali, ako svi listovi vode do pobedničke pozicije za njegovog protivnika (njemu

gubitničke pozicije), on je primoran da izgubi. Ako znamo ishod partije u čvorovima jedan nivo iznad listova, na isti način možemo odrediti ishod u čvorovima dva nivoa iznad listova, zatim 3 nivoa, 4, ... sve dok ne dodemo do korena stabla. Svaki čvor je pobednička pozicija za igrača koji je na potezu ako može pronaći bar jednog sina koji predstavlja pobedničku poziciju.

Minmax algoritam odlično funkcioniše ukoliko imamo dovoljno vremena da obradimo celo stablo igre sve do terminalnih čvorova. Nažalost ovo često nije slučaj. Zbog toga se koriste razne tehnike za smanjivanje obima pretraživanja stabla kao što su ograničavanje dubine pretraživanja ili odsecanje grana, a one sa sobom nose nove probleme.



Slika 1. Stablo pozicije na primeru igre igrice 3x3.

VI. ALFA-BETA PRETRAGA

Alfa-beta algoritam predstavlja prvo značajno poboljšanje u teoriji algoritama za obradu stabala u logičkim igrama. Veoma je značajna činjenica, da je tehnika potpuno bezbedna u pogledu izbora najboljeg poteza. Sa ekvivalentnom početnom pozicijom i dubinom, alfa-beta algoritam će dati istu selekciju najboljeg poteza kao i klasični minmaks metod, ali uz znatno manji broj generisanih čvorova.

Osnovna ideja u implementaciji alfa-beta algoritma je korišćenje već postojećih numeričkih rezultata koji su generisani u prethodnoj fazi obrade za realizaciju mehanizma odsecanja određenih podstabala (eng. tree pruning). Ukoliko se pri ispitivanju proizvoljnog čvora zaključi da je već pronađen bolji čvor (potez), dalja evaluacija tog čvora i svih njegovih podgrana se preskače. Ključna novina je uvođenje dve vrednosti, alfa i beta, za najbolji potez u svakom čvoru, umesto jedne kao kod klasičnog min-maks algoritma.

Algoritam ima dve vrednosti, alfa i beta, koje predstavljaju minimalni rezultat koji je siguran za prvog (MAX) igrača i maksimalan skor koji je siguran za drugog (MIN) igrača. Inicijalno alfa je minus beskonačno, a beta

plus beskonačno. Kako se rekurzija razvija razlika postaje sve manja. Kada beta postane veće od alfa, to znači da trenutna pozicija ne može biti rezultat najbolje igre oba igrača pa samim tim ne mora ni da se dalje pretražuje.

Rezultat rada alfa-beta procedure je u svim slučajevima identičan rezultatu koji bi dala upotreba klasične min-max procedure. Istraživanja pokazuju, da broj čvorova koji se generiše na nekoj dubini koristeći alfa-beta algoritam iznosi:

- $b^{d/2} + b^{d/2} - 1$ za najpovoljniji slučaj,
- b^d za najnepovoljniji slučaj.

Gde je b prosečan broj izlaza iz čvora i d dubina.

Najpovoljniji slučaj je kada je redosled poteza perfektan, a najnepovoljniji kada je redosled poteza inverzan – najbolji potezi se razmatraju na kraju liste. Jasno je da u najnepovoljnijem slučaju alfa-beta algoritam prelazi u klasičan minmaks algoritam, koji razmatra sve nastavke u svakom čvoru. Međutim, ako je postignuto perfektno uređenje redosleda nastavaka, alfa-beta algoritam izuzetno dobija na efikasnosti.

Kada je uređenje poteza idealno, algoritam generiše najveći broj odsecanja. Posmatrajući prethodne formule koje su eksponencijalnog karaktera, upotrebom alfa-beta algoritma može se postići dva puta veća dubina stabla za isto vreme proračuna u odnosu na klasični pristup. Ova činjenica znači istovremeno i znatno pojačanje igre kompjutera. [3]

VII. NEGAMAX PRETRAGA

Negamax algoritam je jedna varijanta minimax algoritma koja se bazira na zero-sum osobini logičkih igara za dva igrača kod kojih se ovaj algoritam primenjuje. Razlika koja postoji između klasične min-maks i NegaMax procedure je u načinu tretiranja evaluacija na osnovu strane koja je na potezu. Kod osnovne varijante min-maks procedure, ako je poziciona vrednost povoljnija za belog, evaluacija ima pozitivnu vrednost, a ako je povoljnija za crnog vrednost je negativna.

Kod NegaMax pristupa, ako je strana koja je na potezu u povoljnijoj poziciji, bez obzira da li je u pitanju beli ili crni, vrednost je pozitivna, inače čvor dobija negativnu vrednost.[4] U ovom pristupu, koji je nešto jednostavniji i fleksibilniji za implementaciju, koristi se okolnost da se potezi belog i crnog smenjuju naizmenično, tako da se regulacija evaluacije postiže prostom upotrebom negacije na svakom nivou rekurzivne procedure.

VII. PVS/NEGSCOUT PRETRAGA

NegaScout ili Principal Variation Search je varijanta negamax (minmax) algoritma koja može biti brža od alfa-beta odsecanja u slučaju da je uređenje poteza blizu perfektnog. U tom slučaju je najbolji nastavak u svakom čvoru pozicioniran u prvih nekoliko poteza. Osmislio ga je Alexander Reinfeld nekoliko decenija posle pronalaska

alfa-beta odsecanja, a ime negascout je dobio zbog principa na kome radi. On vrši preliminarno pretraživanje (izviđanje) kako bi proverio da li je potrebno izvršiti pravu pretragu.[5] Pобољшanje u odnosu na alfa-beta se ogleda u tome što negascout nikada neće ispitivati čvor koji može biti odsečen. Mana je što se oslanja i u potpunosti zavisi od redosleda poteza. Ukoliko je redosled poteza perfektan ovaj algoritam će biti najefikasniji, ali ukoliko nije, ovaj algoritam će često biti sporiji od alfa-beta algoritma. Da pogledamo kako ovaj algoritam praktično radi: Negascout koristi metodu sužavanja prozora pretrage kako bi brže prošao kroz stablo igre. Umesto standardnog prozora (-beskonačno, +beskonačno) mi ćemo koristiti neki prozor (a,b). Ako se vrednost koju tražimo (a ta vrednost je najbolji mogući potez) nalazi u ovom opsegu naša pretraga će biti brža jer ćemo imati više odsecanja. Sa druge strane, ukoliko se tražena vrednost ne nalazi u ovom intervalu, moraćemo da ponovimo pretraživanje sa većim prozorom, tj. širim intervalom. Sužavanje intervala pretrage je jednostavno, ali je kod običnog alfa-beta algoritma ograničeno na samo na koren stabla. Kod PVS algoritma mi ovaj metod koristimo kod svakog čvora. PVS pretpostavlja da je prvi čvor ujedno i najbolje rešenje. Onda prolazi kroz ostatak stabla sa maksimalno suženim intervalom pretrage koji iznosi svega jedan evaluacioni poen (alfa,alfa+1) i poznat je kao skaut prozor). Ovakvo pretraživanje je znatno brže zbog većeg broja odsecanja koja nastaju usled suženog prozora pretrage. Rekurzivni poziv sa ovako suženim intervalom zapravo vrši sondiranje podstabla i određuje da li je odabrani čvor zaista najbolji. Ako nije, ponavlja se poziv, ali sa punim intervalom (alfa,beta), a ako jeste, ide se na nastavak procedure bez rekurzivnog poziva.[3]

Efikasnost procedure po nekim autorima je oko 10%, što znaci da PVS u proseku obrađuje 90% stabla koji obrađuje klasični alfa-beta algoritam. Uz postojanje mehanizama koji obezbeđuje kvalitetno sortiranje poteza prema težini, PVS svoju efikasnost duguje znatno bržem prolazu kroz podstablo zbog maksimalno suženog intervala pretrage. Na taj način, veći deo podstabala se samo verifikuje korišćenjem jedinične širine intervala. U slučaju da redosled poteza u svakom čvoru u stablu nije perfektan, PVS tehnika gubi na svojoj efikasnosti, i postaje čak manje efikasna od klasične alfa-beta tehnike zbog potrebe da se posle pogrešnog sondiranja izvrši ponovno traganje u stablu sa osnovnim intervalom.

VIII. REZULTATI

U eksperimentalnom delu ovog rada smo pokušali da praktično proverimo sve navedene teoretske pretpostavke koje smo izneli o algoritmima za efikasno pretraživanje stabla logičkih igara. Zbog toga smo izabrali igru 3x3 jer je najjednostavnija od svih logičkih igara i pogodna za demonstraciju algoritama koje smo gore opisali. Ova igra je deterministička, za dva igrača koji naizmenično igraju, sa potpunom

informacijom i nultim sumiranjem. Ima ukupno 9 polja na koja treba staviti znak "X" ili "O". Gornja granica veličine stabla igre je $9! = 362,880$ jer postoji 9 pozicija na koje može da igra prvi igrač, osam na koje može da igra drugi itd. Ovde su uračunate i nelegalne pozicije, na primer kada jedan igrač nastavi da igra, iako je drugi već pobedio. Implementirali smo ukupno pet tehnika za pretraživanje: min-max, alfa-beta, alfa-beta sa heurističkim sortiranjem, negascout, negascout sa sortiranjem.

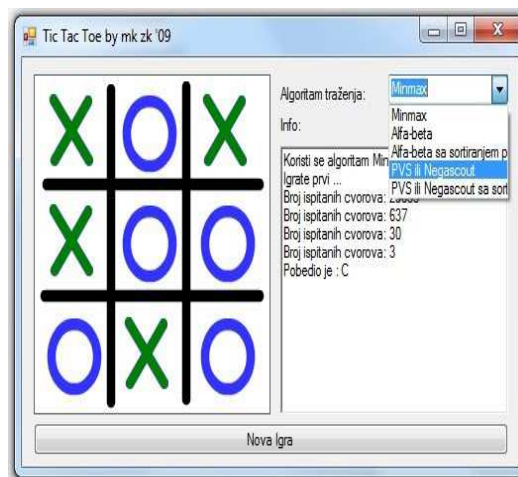
Izveli smo ukupno 2 testa za svaki od algoritama. U prvom testu je računar prvi na potezu, a u drugom čovek igra prvi, a kompjuter drugi. Mi smo merili broj čvorova koje svaki od algoritama mora da obradi (pretraži) da bi došao do rešenja i pronašao pravi potez za datu poziciju. Rezultati su dati u Tabeli 1.

TABELA 1

REZULTATI TESTIRANJA ALGORITAMA U IGRI IKS-OKS. NUMERIČKE VREDNOSTI PREDSTAVLJAJU BROJ OBRADENIH ČVOROVA

Naziv algoritma	Test 1	Test 2
Minimax	294 778	29633
Alfa-Beta	12413	1412
Alfa-Beta sa heurističkim sortiranjem	1214	265
PVS/Negascout	1086	249
PVS/Negascout bez sortiranja	10799	1548

Kao što je i očekivano, algoritam Min-max ima najveće vrednosti jer on mora da obradi sve čvorove stabla igre. Algoritam alfa-beta je značajno brži. Zanimljivo je uočiti veliku razliku između običnog alfa-beta algoritma, i onog koji koristi heurističko sortiranje. Algoritam koji je koristio heuristike je skoro 10 puta bolji, što još jednom pokazuje koliko je njihova primena važna pri programiranju logičkih igara. Napomnimo još da se u ovom slučaju heuristika koristi isključivo za sortiranje redosleda poteza, pa samim tim ne utiče na kvalitet rezultata, odnosno nijedna taktička pozicija neće biti preskočena. To u prevodu znači da će ovaj metod pretrage vratiti isti rezultat kao i metod min-max, samo u znatno kraćem vremenskom intervalu.



Slika 2. Verzija igre sa grafičkim interfejsom

Što se tiče algoritma PVS ili negascout, naši rezultati se u potpunosti slažu sa gore navedenim tvrđenjem da je ovaj algoritam u proseku brži za 10% od Alfa-beta algoritma. Takođe možemo da primetimo da ovom algoritmu efikasnost značajno pada ukoliko ne koristimo heuristiku za sortiranje grana i da je čak u testu 2 imao gore performanse od algoritma Alfa-beta bez sortiranja.

Verziju igre sa grafičkim interfejsom možete preuzeti na: <http://zeljokalezic.ing.in.rs/downloads/IksOks.7z>

REFERENCES

- [1] Dr. Jančić Predrag, Nikolić Mladen, "Veštacka inteligencija", Prirodno matematički fakultet u Beogradu, Beograd, 2008
- [2] Müller, M. "Partial order bounding: A new approach to evaluate in game tree search", Artificial Intelligence, 2001.
- [3] Vuckovic, Vladan, „Prilog teoriji i praksi realizacije naprednih šahovskih algoritama“, Doktorska disertacija, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, 2006.
- [4] Althöfer, I. "An Incremental Negamax Algorithm. Advances in Computer Chess 5" (ed D.F. Beal), pp. 31-41. Elsevier, Amsterdam. ISBN 0-444-87159-4, 1989.
- [5] <http://www.fierz.ch/strategy2.htm>, Martin Fierz, "Strategy game programming"
- [6] <http://vision.unipv.it/IA1/ProgrammingaComputerforPlayingChess.pdf>, Claude E. Shannon, "Programming a Computer for Playing Chess"

Makrodiverziti prijem u prisustvu Nakagami-m fedinga i korelisane Gama senke

Nikola Simić

Sadržaj - U radu se analizira prijem makrodiverziti sistema u prisustvu Nakagami-m fedinga i korelisane Gama senke. Makrodiverziti sistem je SC (Selection Combining) tipa i sastoji se od dva mikrodiverziti sistema MRC (Maximal Ratio Combining) tipa. Makrodiverziti sistem ima dve korelisane grane na ulazu, dok su ulazne grane mikrodiverziti sistema korelisane u prisustvu Nakagami-m fedinga. Bazirajući se na rezultatima dobijenim za srednji broj osnih preseka (LCR-Level Crossing Rate), koji predstavlja jedan od statističkih parametara drugog reda, razmatra se uticaj korelacije na makronivou.

I. UVOD

Pojava fedinga i efekta senke mogu značajno pogoršati kvalitet primljenog signala u bežičnim telekomunikacionim sistemima, a posebno u mobilnim sistemima. Ukupni feding u kanalu predstavlja kompleksnu kombinaciju sporog i brzog fedinga.

Pod pojavom sporog fedinga podrazumevamo sporije varijacije nivoa srednje vrednosti signala. Ova vrsta fedinga javlja se u mobilnim zemaljskim i satelitskim telekomunikacionim sistemima i naziva se još i efekat senke. Nastaje usled specifičnosti propagacionog okruženja (visoke zgrade, vegetacija...), a pošto su uglavnom nepoznati mesto, veličina i dielektrične karakteristike objekata, koji se nalaze na putu signala, kao i promene na reflektujućim površinama i objektima, koji rasipaju i prouzrokuju slučajno slabljenje signala, koriste se statistički modeli. Najčešći modeli koji se nalaze u literaturi za opisivanje ove vrste fedinga su lognormalna i gama raspodela.

Pod pojavom brzog fedinga podrazumevaju se kratke varijacije amplitude signala usled prostiranja signala po više putanja što se javlja zbog refleksije, difrakcije i rasejanja objekata u okruženju. Ova vrsta fedinga može se modelovati pomoću više raspodela od kojih je jedna i Nakagami-m.

Jedan od najefikasnijih načina za poboljšanje pouzdanosti prenosa bez povećanja snage prenosa i širine propusnog opsega, predstavljaju tehnike prostornog diverziteta. Rad ove vrste diverziti sistema zasniva se na upotrebi višestrukih antena u prijemniku.

Nikola Simić, Elektronski fakultet u Nišu, smer telekomunikacije, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: simicnikola90@gmail.com

Makrodiverziti sistem razmatran u radu je SC tipa i sastoji iz dva mikrodiverziti sistema MRC tipa. Primena neke od diverziti tehnika u pojedinačnoj baznoj stanici (mikrodiverziti sistema) omogućava poboljšanje performansi signala suzbijanjem uticaja brzog fedinga.

Pošto primena diverziti tehnika unutar pojedinačne bazne stanice ne otklanja efekat senke, koja se u radu modeluje pomoću Gama raspodele, da bismo dobili zadovoljavajuće performanse signala koristimo makrodiverziti kombiner koji ima dve korelisane grane.

Kada je diverziti sistem na pojedinačnoj baznoj stanici primenjen na male terminale sa više antena, zbog nedovoljnog razmaka između antena, javlja se korelacija između ulaza mikrokombinera. Korelacija na makronivou je uobičajena pojava koja se pokazala kao značajna u mnogim bežičnim komunikacionim sistemima. Kod pojedinačne mobilne stanice (MS) i dve bazne stanice posmatrane u datom trenutku, komponente dva linka često ispoljavaju korelaciju što je opisano u [1], [2]. Nivo korelacije zavisi od više faktora kao što su udaljenost između baznih stanica, reljefa okolnog terena kao i ugla pod kojim se prima signal. U celularnim radio sistemima korelacija na linkovima između mobilne stanice i više baznih stanica značajno utiče na verovatnoću prelaska upravljanja između baznih stanica i ko-kanalnu interferenciju [3], [4], [5]. Korelisan efekat senke utiče na zonu pokrivanja i karakteristike interferencije, što se javlja u digitalnoj radiodifuziji na linkovima koji povezuju više predajnih antena sa pojedinačnim prijemnikom [6]. Snažan uticaj na performanse sistema korelisan efekat senke ima i kod WLAN-a u zatvorenom prostoru. U ovom slučaju koeficijent korelacije može da dostigne vrednosti čak i do 0.95 [7].

Korelisan signal između grana makrodiverziti sistema je do sada opisan u više radova [8], [9]. LCR na izlazu SC makrodiverziti sistema u prisustvu Gama senke je razmatran u [10]. Rezultati dobijeni u [10] su u ovom radu generalizovani uvođenjem korelacije na makronivou.

II. MODEL SISTEMA

Smatramo da postoje dva mikrodiverziti sistema na baznim stanicama. Sistemi su MRC tipa sa proizvoljnim brojem grana i podvrgnuti su uticaju Nakagami-m fedinga. Tretirajući korelaciju između grana kao eksponencijalnu, funkcija gustine verovatnoće (PDF) odnosa signal-šum (SNRs) na izlazima mikrodiverziti sistema modelovana je sa [11]:

$$p_{r_i/\Omega_i}(r_i/\Omega_i) = \frac{1}{\Gamma(M_i)} \left(\frac{L_i m_i}{q_i \Omega_i} \right)^{M_i} r_i^{M_i-1} \exp\left(-\frac{L_i m_i}{q_i \Omega_i} r_i\right) \quad (1)$$

Redosled svakog mikrodiverziti sistema je označen sa L_i , parametar m_i predstavlja oštrinu Nakagami-m fedinga dok je $\Gamma(x)$ Gama funkcija. Promenljive snage na ulazima mikrokombinera su označene sa Ω_i . Parametar q_i koji se odnosi na ekponencijalni koeficijent korelacije ρ_i između ulaznih kanala i parametar M_i su definisani izrazima:

$$q_i = L_i + \frac{2\rho_i}{1-\rho_i} \left[L_i - \frac{1-\rho_i}{1-\rho_i} L_i \right] \quad (2)$$

$$M_i = \frac{m_i L_i^2}{r_i}$$

M_i predstavlja nivo osenčenosti kanala.

Na izlazu iz MRC mikrokombinera sa L_i grana rezultujuća anvelopa signala i njen izvod su respektivno [12]:

$$r_i^2 = \sum_{k=1}^{L_i} r_{ik}^2, \quad i=1,2 \quad (3)$$

$$\dot{r}_i = \sum_{k=1}^{L_i} \frac{r_{ik}}{r_i} \dot{r}_{ik}, \quad i=1,2.$$

Izvod anvelope signala na izlazu iz MRC mikrodiverziti sistema ima Gausovu funkciju gustine verovatnoće [11]

$$p_{\dot{r}_i}(\dot{r}_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\dot{\sigma}_{r_i}} \exp\left(-\frac{\dot{r}_i^2}{2\dot{\sigma}_{r_i}^2}\right) \quad (4)$$

$$\dot{\sigma}_{r_i}^2 = \sum_{k=1}^{L_i} \frac{r_{ik}^2 \dot{\sigma}_{r_{ik}}^2}{r_i^2}$$

Kako su za i -ti mikrodiverziti sistem svi parametri kanala identični, pa i njegova ulazna srednja snaga, imamo:

$$\dot{\sigma}_{r_{i1}}^2 = \dot{\sigma}_{r_{i2}}^2 = \dots = \dot{\sigma}_{r_{ik}}^2 \quad k=1,2,\dots,N \quad (5)$$

$$\dot{\sigma}_{r_i}^2 = \dot{\sigma}_{r_{ik}}^2 = \frac{\pi f_d^2 \Omega_i}{m_i}$$

gde f_d Doplerova frekvencija pomeraja.

Združena gustina verovatnoće slučajnog procesa može da se predstavi pomoću izraza:

$$p_{r_i, \dot{r}_i/\Omega_i}(r_i, \dot{r}_i/\Omega_i) = p_{r_i/\Omega_i}(r_i/\Omega_i) \times p_{\dot{r}_i/\Omega_i}(\dot{r}_i/\Omega_i) = \frac{r_i^{M_i-1}}{\Gamma(M_i)} \left(\frac{L_i M_i}{q_i \Omega_i} \right)^{M_i} \exp\left(-\frac{L_i M_i}{q_i \Omega_i} r_i\right) \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\dot{\sigma}_{r_i}} \exp\left(-\frac{\dot{r}_i^2}{2\dot{\sigma}_{r_i}^2}\right), i=1,2 \quad (6)$$

Odlučivanje između baznih stanica se zasniva na upoređivanju vrednosti snaga signala na izlazima mikrokombinera:

$$p_{r, \dot{r}}(r, \dot{r}) = \int_0^\infty d\Omega_1 \int_0^\infty d\Omega_2 p_{r_1, \dot{r}_1/\Omega_1}(r, \dot{r}/\Omega_1) p_{\Omega_1 \Omega_2}(\Omega_1 \Omega_2) + \int_0^\infty d\Omega_2 \int_0^\infty d\Omega_1 p_{r_2, \dot{r}_2/\Omega_2}(r, \dot{r}/\Omega_2) p_{\Omega_1 \Omega_2}(\Omega_1 \Omega_2) \quad (7)$$

Spori feding je opisan korelisanom Gama raspodelom prema [8] sa:

$$p_{\Omega_1 \Omega_2}(\Omega_1 \Omega_2) = \frac{\rho_2^{-\frac{1}{2}(c-1)}}{\Gamma(c)(1-\rho_2)\Omega_0^{c+1}} (\Omega_1 \Omega_2)^{\frac{c-1}{2}} \times \exp\left(-\frac{\Omega_1 + \Omega_2}{\Omega_0(1-\rho_2)}\right) I_{c-1}\left(\frac{\sqrt{4\rho_2\Omega_1\Omega_2}}{\Omega_0(1-\rho_2)}\right) \quad (8)$$

U prethodnom izrazu ρ_2 predstavlja koeficijent korelacije na makronivou između baznih stanica dok $I_n(x)$ predstavlja modifikovanu Beselovu funkciju prve vrste n -tog reda. Oštrina senke je predstavljena parametrom c . Pored toga važi:

$$\Omega_0 = \Omega_{1_{SR}} = \Omega_{2_{SR}} \quad (9)$$

gde su Ω_1 i Ω_2 promenljive snage na ulazima mikrokombinera. Zamenom (7) i (8) u (6), koristeći dobro poznatu definiciju LCR-a:

$$N_R(r) = \int_0^\infty \dot{r} p_{r, \dot{r}}(r, \dot{r}) d\dot{r} \quad (10)$$

dobija se izraz za normalizovanu učestanost preseka nivoa LCR:

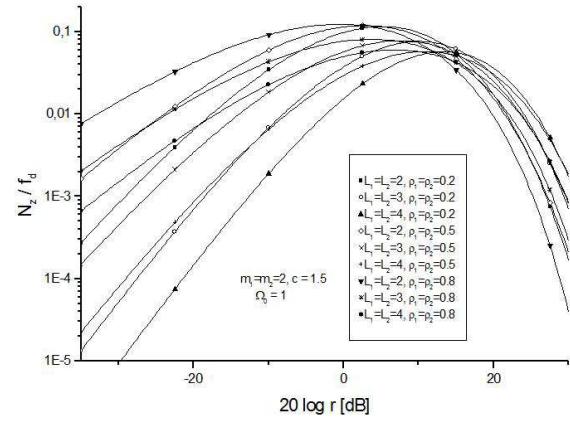
$$\begin{aligned}
\frac{N_R(r)}{f_d} &= 2 \frac{\rho_2^{-\frac{1}{2}(c-1)}}{\Gamma(c)(1-\rho_2)\Omega_0^{c+1}} \sqrt{\frac{1}{2m_1}} \frac{r^{M_1-1}}{\Gamma(M_1)} \left(\frac{L_1 m_1}{q_1}\right)^{M_1} \\
&\times \sum_{a=0}^{+\infty} \sum_{b=0}^{+\infty} (\sqrt{4\rho_2})^{2b+c-1} \left(\frac{1}{\Omega_0(1-\rho_2)}\right)^{a+2b+c-1} \frac{(b+c)^{-1}}{\Gamma(b+c)b!2^{2b+c-1}} \\
&\times \frac{1}{(b+c+1)_a} \left(\frac{L_1 m_1}{2q_1} \Omega_0(1-\rho_2)\right)^{\left(\frac{1}{2}+a+2b+2c-M_1\right)/2} \\
&\times K_{\left(\frac{1}{2}+a+2b+2c-M_1\right)} \left(2\sqrt{\frac{2L_1 M_1}{q_1 \Omega_0(1-\rho_2)}} r\right) + 2 \frac{\rho_2^{-\frac{1}{2}(c-1)}}{\Gamma(c)(1-\rho_2)\Omega_0^{c+1}} \\
&\times \sqrt{\frac{1}{2m_2}} \frac{r^{M_2-1}}{\Gamma(M_2)} \left(\frac{L_2 m_2}{q_2}\right)^{M_2} \sum_{a=0}^{+\infty} \sum_{b=0}^{+\infty} (\sqrt{4\rho_2})^{2b+c-1} \\
&\times \left(\frac{1}{\Omega_0(1-\rho_2)}\right)^{a+2b+c-1} \frac{(b+c)^{-1}}{\Gamma(b+c)b!2^{2b+c-1}} \\
&\times \frac{1}{(b+c+1)_a} \left(\frac{L_2 m_2}{2q_2} \Omega_0(1-\rho_2)\right)^{\left(\frac{1}{2}+a+2b+2c-M_2\right)/2} \\
&\times K_{\left(\frac{1}{2}+a+2b+2c-M_2\right)} \left(2\sqrt{\frac{2L_2 M_2}{q_2 \Omega_0(1-\rho_2)}} r\right) \quad (11)
\end{aligned}$$

U prethodnom izrazu samo nekoliko članova je potrebno sumirati sa ciljem da se dobije tačnost petog značajnog digita pa beskonačne sume brzo konvergiraju.

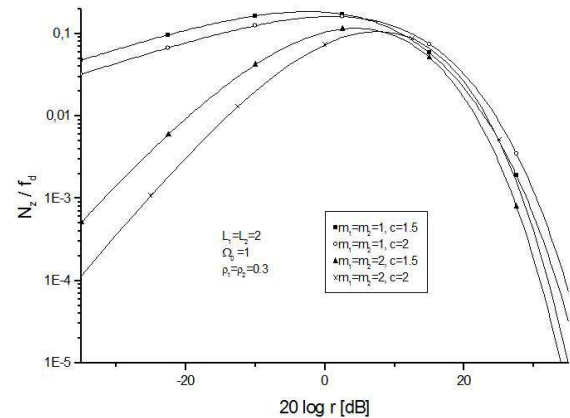
III. NUMERIČKI REZULTATI

Na Sl.1 je grafički predstavljena normalizovana vrednost LCR-a u funkciji koeficijenta korelacije na makronivou. Vrednosti LCR-a su normalizovane pomoću vrednosti maksimalne Doplerove frekvencije pomeraja f_d . Posmatrajući grafike jasno se vidi da niže vrednosti LCR-a, odgovaraju nižim vrednostima koeficijenta korelacije između grana. Takođe može se zaključiti da niže vrednosti LCR-a su proporcionalne većem broju grana diverziti sistema na svakom mikrokombineru.

Sa Sl.2 možemo zaključiti da sa povećavanjem oštine fedinga nivo LCR-a se smanjuje što znači da se performanse sistema poboljšavaju. Takođe, sa povećavanjem vrednosti parametra m nivo LCR-a se smanjuje pa sistem dobija sve bolje karakteristike.



Sl.1 Normalizovani LCR u funkciji koeficijenta korelacije na makronivou za različite parametre diverziti sistema.



Sl.2 Normalizovani LCR makrodiverziti sistema u funkciji različitih vrednosti parametra m fedinga i oštine senke.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazani su numerički rezultati za LCR izlaza selektivnog makrodiverziti sistema u prisustvu Nakagami- m fedinga na ulaznim granama mikrodiverziti sistema. Razmatran je uticaj na performanse signala na prijemu korelisane Gama senke koja deluje na selektivni kombiner makrodiverziti sistema. Prikazano je ponašanje statističkih karakteristika ovog sistema za različite vrednosti njegovih parametara.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan uz podršku prof. dr Mihajla Stefanovića, Elektronski fakultet u Nišu, Katedra za Telekomunikacije i dr Stefana Panića, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica.

LITERATURA

- [1] V. Graziano, "Propagation correlations at 900 MHz", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 27, pp. 182-189, Nov. 1978.
- [2] J. Van Rees, "Cochannel measurements for interference limited small cell planning", *Arch. Elek. Ubertragung*, vol. 41, pp. 318-320, 1987.
- [3] T. Klingenbrunn and P. Mogensen, "Modeling cross-correlated shadowing in network simulations", in *Proc. IEEE VTC 1999.*, vol. 3, sept. 1999, pp. 1407-1411.
- [4] J. Zhang and V. Aalo, "Effects of macrodiversity in average-error probabilities in a Rician fading channel with correlated lognormal shadowing", *IEEE Trans. Commun.*, vol. 49, no. 1, pp. 14-18, Jan. 2001.
- [5] A. Safak and R. Prasad, "Effects of correlated shadowing signals on channel reuse in mobile radio systems", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 40, no.4, pp. 708-713, Nov. 1991.
- [6] G. Malmgren, "On the performance of single frequency networks in correlated shadow fading", *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. 43, no.2, pp. 155-165, June 1997.
- [7] K. S. Butterworth, K. W. Sowerby, and A. G. Williamson, "Base station placement for in-building mobile communication systems to yield high capacity and efficiency", *IEEE Trans. Commun.*, vol. 48, no. 4, pp. 658-669, Apr. 2000.
- [8] N. Sekulovic, M. Stefanovic, "Performance Analysis of System with Micro- and Macrodiversity Reception in Correlated Gamma Shadowed Rician Fading Channels", *Wireless Personal Communications*, (2012), vol. 65 no. 1, pp. 143-156
- [9] D. Stefanović, B. Nikolić, D. Milić, M. Stefanović, N. Sekulović, "Post Detection Microdiversity and Dual Macrodiversity in Shadowed Fading Channels", *Elektronika ir Electrotechnika (2012).*, vol. no. 1, pp. 85-88, Jan. 2001.
- [10] D. Stefanović, S. Panić, P. Spalević, "Second Order Statistics of SC Macrodiversity System Operating over Gamma Shadowed Nakagami-m fading channels", *International Journal of Electronics and Communications (AEU)*, Volume 65, Issue 5, May 2011, Pages 413-418.
- [11] Aalo, V. A.: "Performance of maximal-ratio diversity systems in a correlated Nakagami fading environment", *IEEE Transactions on Communications.*, vol. 43, No 2, pp. 2360-2369 (1995)
- [12] Iskander, C. D., Mathiopoulos P. T.: "Analytical Level Crossing Rate and Average Fade Duration in Nakagami fading channels", *IEEE Transactions on Communications*, vol. 50, No. 8, pp. 1301-1309, (2002).

Design of Photonic Microring-Resonator Based Wavelength Selective 1 x N Power Splitters

Miljan Dašić and Miloš A. Popović

Abstract – Microring-resonator filters have important applications as wavelength routing elements in microphotonic circuits. In this paper, we propose a wavelength selective power splitter design based on microring resonator wavelength-dropping filters configured to drop only part of the on-resonance power to each output port. We show optimum designs under the assumption of lossless resonators as well as resonators with finite linear losses (finite Q). Based on a coupled-mode theory (CMT) model, we first address the question of optimum design of a single resonator-based add-drop filter in the presence of finite losses, and show that symmetric coupling provides the optimum design for maximizing dropped power. We next show that the optimal N-way power splitter can be systematically synthesized, and that there are 2^{N-1} solutions, one of which, the all-undercoupled case, is optimal in the sense of minimizing overall losses. We present analysis and simulation results for a 4-way splitter as an example.

I. INTRODUCTION

Integrated silicon based photonics has many promising applications in optical telecommunications, optoelectronics and optical signal processing [1-8]. The integration of silicon photonics and electronic circuits offers the prospect of low energy devices, circuits and systems for applications including on-chip and processor-to-memory interconnects [9,10], as well as photonic analog-to-digital converters [11]. Other applications include nonlinear and quantum optical devices for applications in quantum information and computing [12].

An important photonic device, and one of the earliest concepts realized in integrated photonics, is the resonant channel add-drop filter. Microring resonators are particularly well suited for add-drop filter applications [1,4,13] because of their traveling wave structure which allows for a natural separation of the four ports (input, through, drop and add, see Fig. 1), without the use of circulators. Detailed techniques have been worked out for synthesizing standard Butterworth, Chebyshev [1,14], and more advanced [8] filter responses.

A wavelength-selective power splitter may be an important component for on-chip optical networks, for applications such as optical clock distribution and

distribution of optical laser power to modulators in on-chip networks where sources are envisioned to be off-chip [15]. The objective of this device is to split input power at a particular wavelength channel evenly among N output ports, with minimum optical losses, while leaving all other wavelengths undisturbed on the input bus waveguide.

In previous work, Dai and He have proposed a resonant power splitter based on multiple drop waveguides coupled to a single resonator [3]. This symmetric design is a promising approach. However, it requires that all output tributaries begin in the same spatial location, whereas some applications may call for splitting off power one port at a time. And, this approach is limited to a fairly small fanout, N , limited by the number of couplers that can be placed around the resonator. Another approach for collocated outputs would be simply to construct a $1 \times N$ broadband splitter (e.g. a cascade of Y-junction splitters) at the drop port of a single-ring add-drop filter. If the power taps are needed in well separated locations, both of these approaches call for considerable space use in waveguides.

For a distributed $1 \times N$ wavelength-selective power splitter, we propose the architecture shown in Fig. 1, where $1/N$ of the total output power is dropped once at a time, in resonant stages. In the remainder of the paper, we derive the coupling coefficients that ensure a $1 \times N$ power splitting,

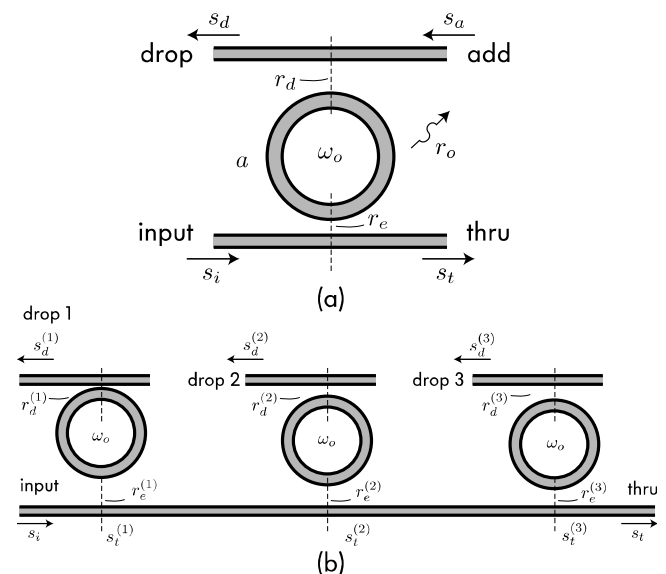


Fig. 1. (a) Schematic of a single microring-resonator add-drop filter showing parameters used in the CMT model; (b) proposed wavelength-selective power splitter architecture comprising N partial-drop filter stages. All microring resonators have the same resonant wavelength. A fanout of 3 ($N = 3$) is shown here.

Miljan Dašić and Miloš Popović are with the Department of Electrical, Computer and Energy Engineering, University of Colorado Boulder, Engineering Center, Room ECEE1B55 425 UCB, Boulder, CO 80309-0425, United States of America, E-mail: miljandasic@yahoo.com, milos.popovic@colorado.edu.

M. Dašić is also with the Department of Physical Electronics, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd, Serbia.

and that minimize total optical loss for a given intrinsic linear loss in the microresonators, i.e. a given loss Q , Q_o .

II. COUPLING OF MODES IN TIME (CMT) MODEL

We first describe a model of a single, 1-resonator stage of the power splitter, and its optimal design in the presence of optical losses. Coupled-mode theory in time (CMT) provides a simple model that affords all necessary physics in the add-drop filter problem, including resonance, loss and coupling to input and output ports [1,2,6]. The system of equations that describes a single-resonator filter excited by a monochromatic input wave at angular frequency ω is

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}a(t) &= j\omega a(t) = (j\omega_0 - r)a(t) - j\sqrt{2r_e}s_i(t) \\ s_i(t) &= s_i(t) - j\sqrt{2r_e}a(t) \\ s_d(t) &= -j\sqrt{2r_d}a(t) \end{aligned} \quad (1)$$

where $a(t)$ is energy amplitude of the ring resonant mode, s_i , s_b , s_d , are the power-normalized amplitudes of input, through and drop port waves [2]. With input wave s_i incident, some excitation is picked up by the resonator, and the remaining field interferes with that leaving the resonator in the through port and is carried away by through-port wave s_t . The energy stored in the resonator is $|a(t)|^2$ and according to Eqs. (1) the energy amplitude $a(t)$ decays at a total rate r , comprising decay rates describing external coupling to the input port, r_e , to the drop port, r_d , and to loss mechanisms, r_o :

$$r = r_e + r_d + r_o \quad (2)$$

The coupling rates r_e , r_d are determined in the evanescent-coupling geometry of Fig. 1 by the size of the ring-waveguide coupling gaps [1,5]. The decay rates are related to time constants as $r_i = 1/\tau_i$, for $i = \{e, d, o\}$. Since τ is a field time constant, the associated photon lifetime of the resonant cavity (which measures decay of intensity) is $\tau/2$.

The through-port and drop-port responses of the device can be found from Eqs. (1) as

$$\left| \frac{s_t}{s_i} \right|^2 = \frac{(\omega - \omega_0)^2 + (r_0 + r_d - r_e)^2}{(\omega - \omega_0)^2 + (r_0 + r_d + r_e)^2} \quad (3)$$

$$\left| \frac{s_d}{s_i} \right|^2 = \frac{4r_e r_d}{(\omega - \omega_0)^2 + r^2} \quad (4)$$

The drop-port response is Lorentzian, with a full 3dB bandwidth $\Delta\omega_{3dB} = 2r$.

III. OPTIMAL AND CRITICAL COUPLING IN A SINGLE STAGE DROP FILTER

The linear losses in a resonant structure are fully described by the intrinsic quality factor, or loss Q , $Q_o = \omega_0/2r_o$, which is related to the decay rate r_o of the resonant field due to the

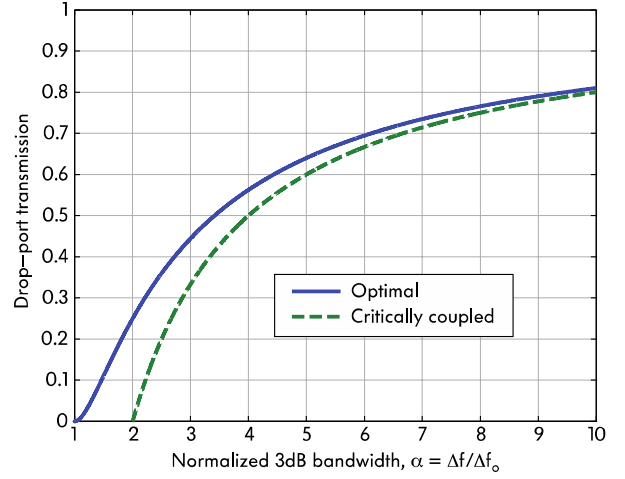


Fig. 2. Minimizing the impact of loss on a single filter stage [16]: comparison of symmetric (optimal) and critically coupled single-ring filter designs for different normalized bandwidths, α (ratio of total bandwidth to loss-limited, intrinsic bandwidth).

TABLE I
MINIMUM NORMALIZED BANDWIDTH α FOR 3DB DROP POWER

Symmetric coupling	Critical coupling
$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} \approx 3.412$	4

loss mechanism. Given a certain loss Q , we set out to find the optimum choice of ring-waveguide couplings, r_e and r_d , that maximize on-resonance efficiency of transmission to the drop port, $|s_d/s_i|^2$. Here, the CMT model, because of its simplicity, lends itself to closed-form analytical synthesis.

To find the optimum solution, we first note that the transmission efficiency in Eq. (4), not surprisingly, decreases with increasing loss, r_o . It also improves for larger r_e and r_d relative to r_o . However, increasing r_e and r_d with a fixed loss r_o also increases the bandwidth $\Delta\omega_{3dB}$. Therefore, we ask for the best design of any given fixed bandwidth. This necessary restriction is neglected in Ref. [7], and is the cause of the erroneous claim in that work that the critical coupling condition provides the minimum drop-port loss. Fixing the bandwidth means fixing the total rate r , according to Eq. (4), and, together with a fixed loss, r_o , it leaves only one undetermined degree of freedom, since from Eq. (2), $r_d = r - r_e - r_o$. Maximizing with respect to the remaining input coupling r_e gives the optimal couplings for maximum drop port transmission [16]

$$r_e = r_d = \frac{r - r_o}{2}. \quad (5)$$

It is instructive to compare this solution to the critical coupling solution of the same bandwidth [1,6,7], for which, from setting Eq. (3) to zero on-resonance, we have

$$r_e = r_d + r_o = \frac{r}{2}. \quad (6)$$

A comparison of the transmission efficiency of the optimal symmetric [Eq. (5)] and critical coupling [Eq. (6)] designs is given in Fig. 2, showing that the symmetric design is indeed optimal for maximizing dropped on-resonant power. We define a normalized bandwidth, α , by normalizing the 3dB bandwidth Δf_{3dB} by the intrinsic linewidth Δf_o due to the loss rate r_o , i.e. loss Q, Q_o . Substitution of the solutions of Eq. (5) and Eq. (6) into Eq. (4) provides the normalized efficiency of the symmetric and critically coupled designs:

$$\left| \frac{s_d}{s_i} \right|_{optimal}^2 = \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right)^2, \quad (7)$$

$$\left| \frac{s_d}{s_i} \right|_{critical}^2 = 1 - \frac{2}{\alpha}$$

This comparison is useful in the design process to determine the narrowest bandwidth that supports a desired transmission to the drop port, or the maximum transmission achievable at a certain bandwidth, given known linear losses. Fig. 2 and Eqs. (7) show that the optimum symmetric design has a minimum bandwidth limit of Δf_o , while the critically coupled design has a minimum bandwidth of $2\Delta f_o$. In the limit of a large bandwidth α , the loss plays a negligible role and the two solutions can be verified by a first-order Taylor series expansion of Eqs. (7) to be equal. Table I gives the minimum normalized bandwidth for 3dB transmission. The symmetric design is about 20% narrower than the critically coupled case.

IV. LOSSLESS 1 X N WAVELENGTH SELECTIVE POWER SPLITTER

Section III dealt with routing maximum power to a drop port on resonance. In general, for a power splitter, we need optimum designs for on-resonance fractional power drop. We first address the lossless case.

For an N-way power splitter, an array of N microring stages shares a single input bus and has N separate output ports, one per stage (here we consider one resonator per stage). The objective is to drop an equal fraction of the input power to each drop port on resonance. We further fix the bandwidth of the stages to a particular bandwidth $\Delta\omega_{3dB} = 2r$, as may be determined by requirements to avoid crosstalk with adjacent wavelengths in use.

To illustrate, we will describe concretely a 3-way (three-stage, $N = 3$) power splitter. In the lossless power splitter the first stage drops $1/N$ (here, $1/3$) of the total power that enters the device at the input port. The remaining $2/3$ of the input power continues in the input bus and enters the second stage where we drop $1/2$ of that power, giving $1/3$ of the total power at the second stage's drop port. Finally, the remaining $1/3$ of the total power is fully dropped (100%) at the final stage.

In general, the n -th stage of an N -way power splitter drops $1/[N-(n-1)]$ of the power in the lossless case. The

question at hand is how to select couplings $r_e^{(n)}$ and $r_d^{(n)}$ for each stage $n = 1$ to N in order to drop an equal fraction of power at each of the N drop ports. Here we assume that all microring resonators have equal intrinsic losses, r_o , which is a reasonable assumption if we assume the rings are identical, and that losses typically come from line-edge roughness, absorption in waveguides or bend loss. On resonance the drop port transmission of a single stage is, from Eq. (4),

$$\left| \frac{s_d}{s_i} \right|^2 = \frac{4 \cdot r_e \cdot r_d}{r^2}. \quad (8)$$

In lossless case we have $r_d = r - r_e$, so that

$$\left| \frac{s_d^{(n)}}{s_i^{(n)}} \right|^2 = \frac{4 \cdot r_e^{(n)} \cdot (r - r_e^{(n)})}{r^2} = \frac{1}{N - n + 1}. \quad (9)$$

Couplings $r_e^{(n)}$ and $r_d^{(n)}$ of the n -th of N stages result from solving a quadratic equation, and provide two solutions:

$$r_e^{(n)} = \frac{r}{2} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{N - n + 1}} \right), \quad (10)$$

$$r_d^{(n)} = \frac{r}{2} \left(1 \mp \sqrt{1 - \frac{1}{N - n + 1}} \right)$$

All of the resonant drop stages except the last have asymmetric input and output couplings, r_e and r_d , while the last stage is symmetrically coupled. The two possible solutions correspond to interchanging the input and output coupling, as expected by reciprocity and geometrical symmetry of the structure. The two cases provide a design choice for each stage of the power splitter, except the last, hence there are 2^{N-1} possible power splitter designs. The two extremal cases are illustrated in Fig. 3. Fig. 3(a) is the all-undercoupled design, showing larger coupling gaps (weaker coupling) at the input bus side, while Fig. 3(b) is

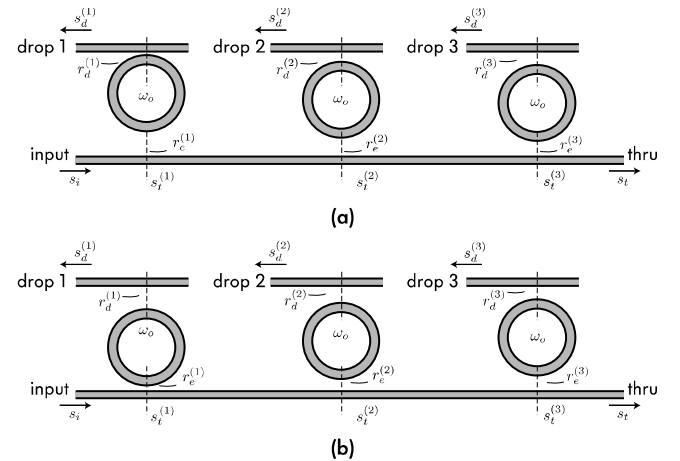


Fig. 3. Schematic of the proposed wavelength-selective power splitter architecture shown in the two extremal design cases: (a) all-undercoupled (optimal), with larger coupling gaps (weaker couplings) at the input bus, and (b) all-overcoupled design, with smaller coupling gaps (stronger coupling) at the input bus.

the all-overcoupled design. Although they are equivalent efficiency-wise in the lossless case, the overcoupled stage design has light spending more time in the resonator, i.e. has greater on-resonance group delay. This means that, in the event that a small absorption coefficient is introduced, the overcoupled case should be more lossy. We will return to this issue when addressing the lossy design in Sec. V.

For a 4-way lossless power splitter, Figs. 4(a),(b) show the bus transmission after each stage and the four drop ports of the system. The dropped power of each of the four stages is 25% on resonance, as expected.

V. LOSSY 1 X N WAVELENGTH SELECTIVE POWER SPLITTER

While the lossless design provides insight into the geometry of the proposed device, in a real implementation finite losses are always present. Therefore, a design in the presence of loss is considered next. We solve the design problem under the constraints of a fixed 3dB bandwidth, Δf_{3dB} , and loss rate, r_o , and again seek to calculate the couplings $r_e^{(n)}$ and $r_d^{(n)}$ such that an equal fraction of total output power is dropped to each of N output ports. A second objective is to further find the design that maximizes the total output power in the presence of fixed loss. We assume equal loss r_o for all stages. Similar to Eqs. (3),(4), each individual stage has the through and drop port intensity responses

$$H_d(\omega, r_e^{(n)}, r_d^{(n)}) = \frac{4r_e^{(n)}r_d^{(n)}}{(\omega - \omega_0)^2 + r^2} \quad (11)$$

$$H_t(\omega, r_e^{(n)}, r_d^{(n)}) = \frac{(\omega - \omega_0)^2 + (r_0 + r_d^{(n)} - r_e^{(n)})^2}{(\omega - \omega_0)^2 + r^2}$$

The overall responses at the through and drop port outputs of the n -th stage are obtained by cascading the response functions. The first stage response is given by Eqs. (3),(4). Since the input of the second stage is the through wave of the first stage, total transmission to second stage ports is

$$f_d^{(2)} = \frac{\left[(\omega - \omega_0)^2 + (r - 2r_e^{(1)})^2 \right] 4r_e^{(2)}r_d^{(2)}}{\left[(\omega - \omega_0)^2 + r^2 \right]^2} \cdot$$

$$f_t^{(2)} = \frac{\left[(\omega - \omega_0)^2 + (r - 2r_e^{(1)})^2 \right] \cdot \left[(\omega - \omega_0)^2 + (r - 2r_e^{(2)})^2 \right]}{\left[(\omega - \omega_0)^2 + r^2 \right]^2}$$

In general, the overall transmission to the n -th stage drop and through ports, from the system input, is

$$f_d^{(n)} = H_d(\omega, r_e^{(n)}, r_d^{(n)}) \prod_{i=1}^{n-1} H_t(\omega, r_e^{(i)}, r_d^{(i)}) \quad (12)$$

$$f_t^{(n)} = \prod_{i=1}^n H_t(\omega, r_e^{(i)}, r_d^{(i)})$$

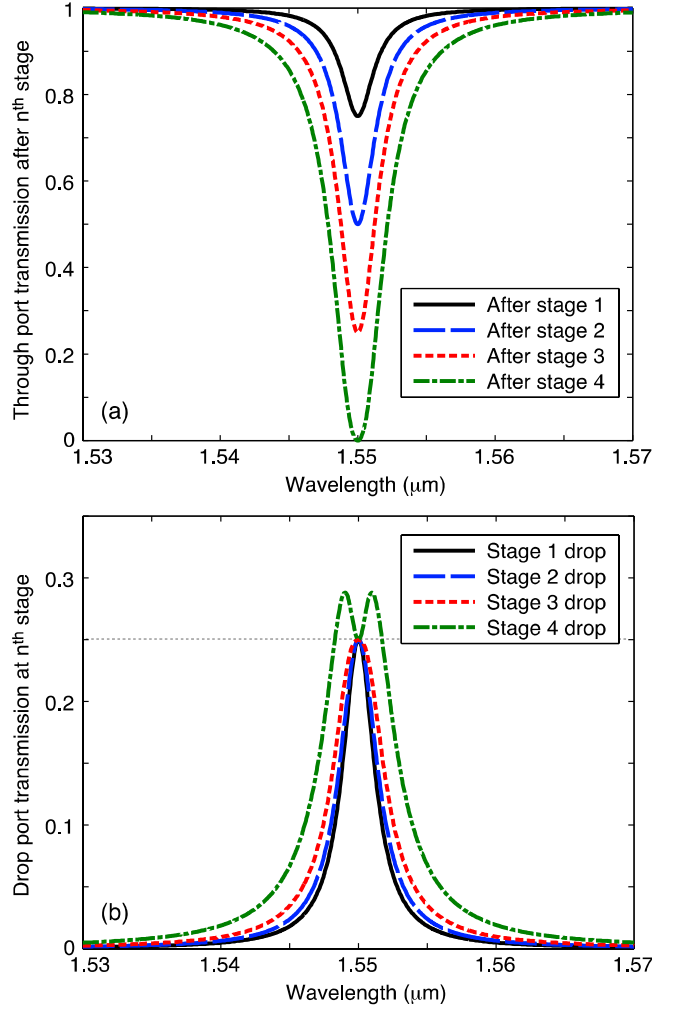


Fig. 4. Lossless power splitter ($r_o = 0$) spectral responses, for a 4-way ($N=4$) example: (a) through port transmission after each stage, (b) drop port of each stage, showing $1/N = 25\%$ per port.

The next step is to force equal all N drop port outputs at the resonant frequency,

$$f_d^{(1)} = f_d^{(2)} = f_d^{(3)} = \dots = f_d^{(N)}. \quad (13)$$

and then to maximize that output power against the design degrees of freedom. Because $f_d^{(n)}$ is the product of $H_d(\omega, r_e^{(n)}, r_d^{(n)})$ and the previous $n-1$ stages' through ports, $H_t(\omega, r_e^{(i)}, r_d^{(i)})$, for each stage only its and the previous stage's response functions matter. The other terms cancel.

The basic idea for optimizing the design in the presence of loss is to consider that no matter what the final design turns out to be, the last stage should maximize the fraction of power arriving to it that it drops; otherwise a better design would provide more power to be redistributed to earlier stages. Hence, Section III already provides the optimum design for the last stage, the symmetric design:

$$r_e^{(N)} = r_d^{(N)} = \frac{r - r_0}{2}. \quad (14)$$

Then, from the condition that the n -th and $(n - 1)$ -st drop port outputs be equal on-resonance, we get from Eq. (13), after canceling all common terms,

$$H_d(\omega_0, r_e^{(n-1)}, r_d^{(n-1)}) = H_d(\omega_0, r_e^{(n)}, r_d^{(n)}) H_t(\omega_0, r_e^{(n-1)}, r_d^{(n-1)}) \quad (15)$$

After normalizing all rates by the fixed “total bandwidth” rate r , and defining a parameter $\beta^{(n)}$ as

$$\beta^{(n)} = \frac{r^2}{4r_e^{(n)}(r - r_e^{(n)} - r_0)} = \frac{1}{4\frac{r_e^{(n)}}{r}\left(1 - \frac{r_e^{(n)}}{r} - \frac{r_0}{r}\right)} \quad (16)$$

we can rewrite Eq. (15) as

$$4\frac{r_e^{(n-1)}}{r}\frac{r_d^{(n-1)}}{r} = \left(\frac{r_0}{r} + \frac{r_d^{(n-1)}}{r} - \frac{r_e^{(n-1)}}{r}\right)^2 \frac{1}{\beta^{(n)}} \quad (17)$$

Solving this quadratic equation, we find the couplings for stage $n-1$ in terms of those for stage n ,

$$\frac{r_e^{(n-1)}}{r} = \frac{1}{2} \left[\frac{1 + \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)\beta^{(n)}}{1 + \beta^{(n)}} \pm \sqrt{\frac{1 + \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)\beta^{(n)}}{1 + \beta^{(n)}} - \frac{1}{1 + \beta^{(n)}}}} \right] \quad (18)$$

$$\frac{r_d^{(n-1)}}{r} = \frac{r - r_e^{(n-1)} - r_0}{r}$$

From Eqs. (16) and (18), we can find $\beta^{(n-1)}$, and can thus recursively solve for the couplings $r_e^{(n)}$, $r_d^{(n)}$ for all stages n by starting with $n = N$ and going in reverse to $n = 1$.

The quadratic equation Eq. (17) produces two solutions for r_e in each stage. Both solutions are physical, but only one is optimal. We discuss their physics later on.

A. Proof of optimality

The only point of optimization for efficiency available in the design is through the choice of the N th stage design, and the choice of one of the two root solutions in Eq. (18) for each stage from $n = 1$ to $N-1$. The actual couplings of stages before the last are fixed by the splitting ratio requirements. Thus, it is helpful to verify numerically that the argument given above, i.e. Eq. (14), indeed yields the optimal solution. We take a 3-way splitter as an example ($N=3$), and test all possible choices of final stage input coupling, $r_e^{(N)}$, from $r_e^{(N)} = 0$ to the maximum $r_e^{(N)} = r - r_0$ [i.e. output coupling $r_d^{(N)} = 0$, due to Eq. (2)]. All other couplings then follow by Eqs. (16)-(18). Fig. 5(a,b) shows one of the drop port powers vs. choice of $r_e^{(N)}$ for a lossless and lossy design (we verified for each choice of $r_e^{(N)}$ that all three rings' drop port output powers are indeed equal, as expected). The plots show that indeed the drop stage (and total output power = N times one drop stage) is maximized with a symmetric coupling design, Eq. (14), in the final stage. In the lossy case, Fig. 5(a) shows two curves: one

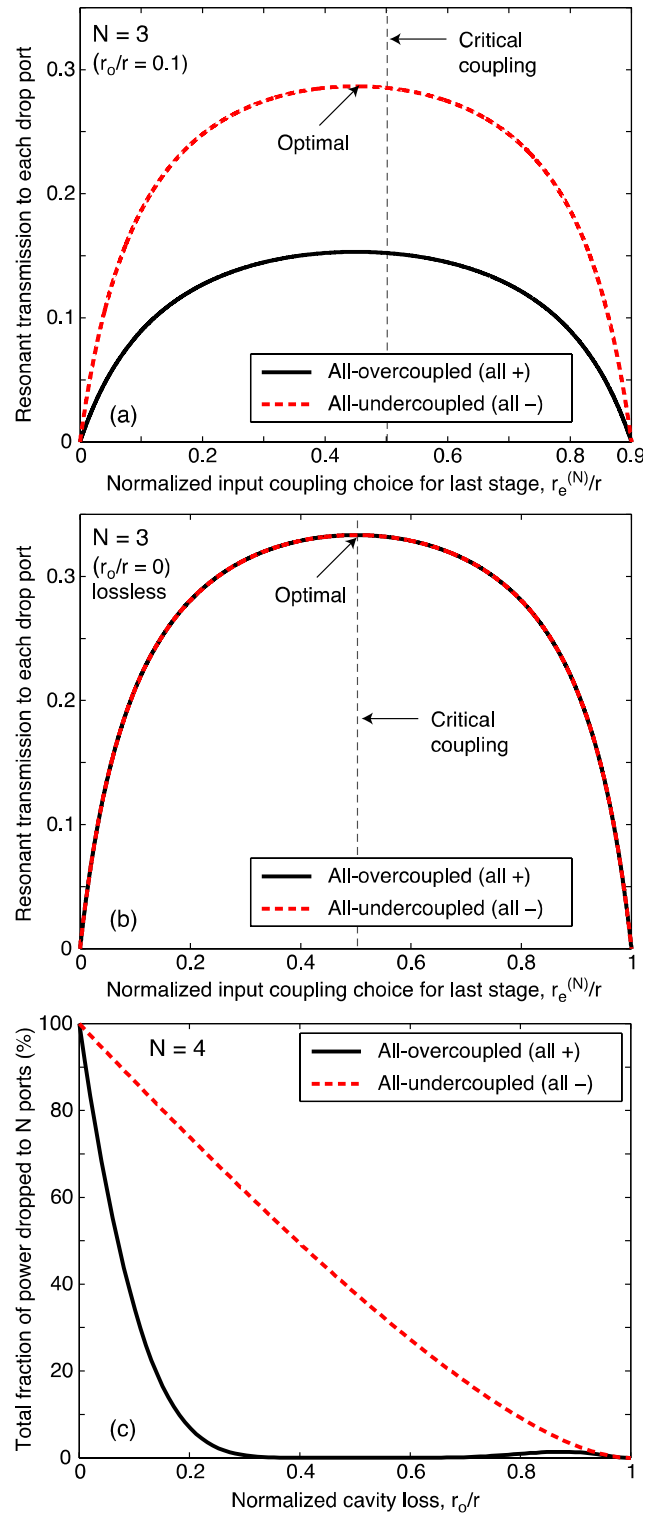


Fig. 5. Numerical verification of the optimum design: (a) lossy ($r_o = 0.1r$), and (b) lossless case transmission to each drop port on -resonance, vs. arbitrary choice of input coupling $r_e^{(N)}$ for the last stage only ($N=3$ example), normalized to total half-bandwidth, r . All other couplings are derived using Eqs. (16),(18). In lossy case (a), the symmetric design is shown optimal with all-undercoupled choices of stage couplings. (c) Total fraction of power sent to drop ports for the optimal all-undercoupled and all-overcoupled designs, vs. normalized loss rate, r_o (given for $N=4$ case).

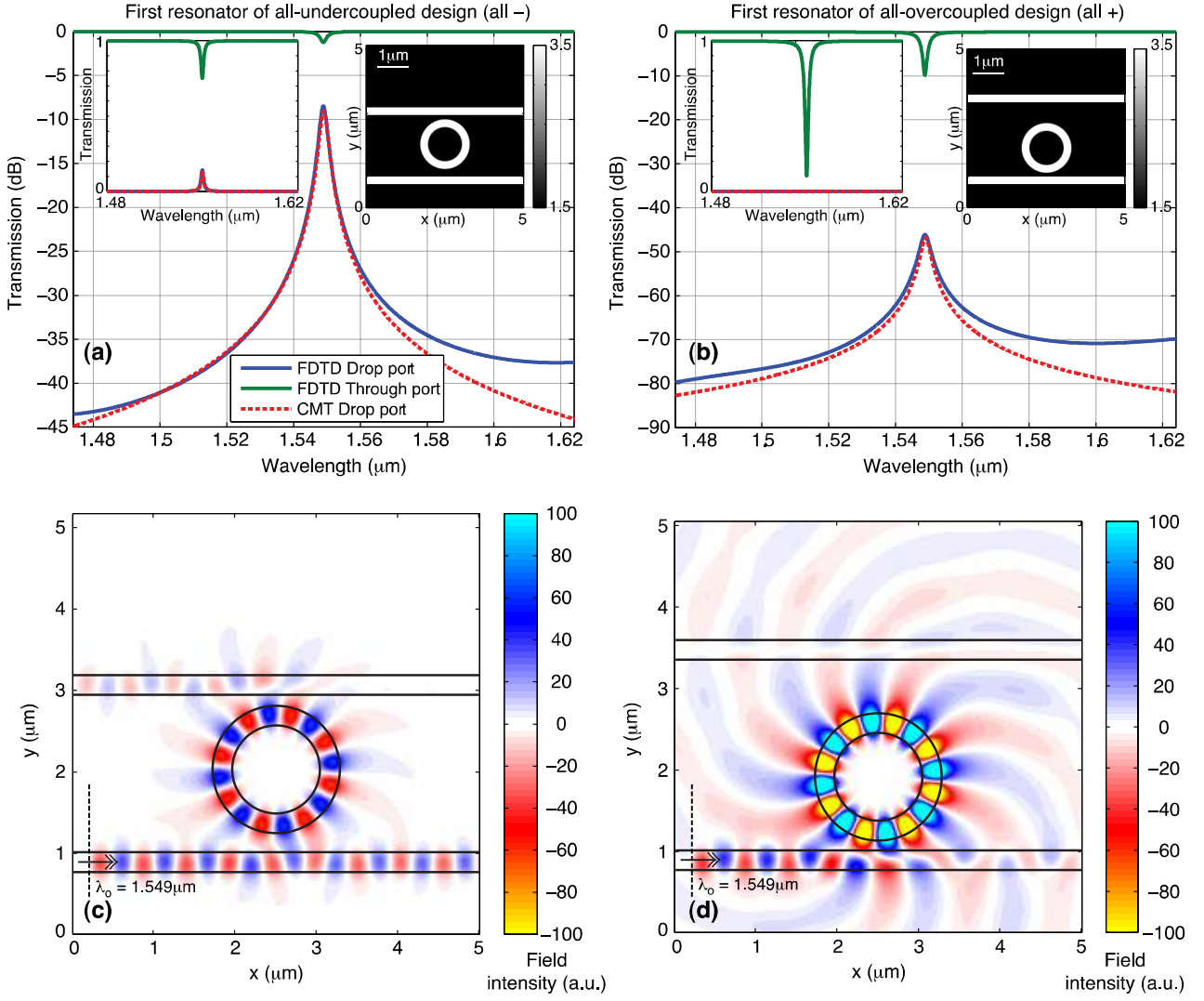


Fig. 6. Numerical simulation based validation of the undercoupled and overcoupled designs from Eqs. (16),(18). We show FDTD-simulated through-port and drop-port responses, together with the CMT drop port model (no fitting parameters), of (a) the undercoupled [‘-’ solution in Eq. (18)], and (b) overcoupled [‘+’ solution], showing the higher efficiency of the undercoupled design. Insets show linear-scale spectra, and the geometries of the two cases. (c),(d) Electric field propagation in the structures showing a snapshot under continuous-wave excitation on-resonance shows that more power is radiated by the overcoupled structure for the same input power.

for choosing the ‘+’ solution in Eq. (18) for *every* stage, and one for the ‘-’ solution. In the lossless case [Fig. 5(b)], 1/3 drop power per port results in the $N=3$ case as expected.

B. Multiple solutions in the lossy case

Both ‘+’ and ‘-’ solutions for $r_e^{(n)}$ s in Eq. (18) represent physically valid realizations. We briefly examine which is more efficient and why. The lossless case, Eq. (10), can be used as a guide. It represents an undercoupled and an overcoupled design for each stage, where the input and output couplings are equal but reversed. It makes sense that both transmissions are equal by appealing to reciprocity [2,17] – sending a signal from the drop port to the input port has the same efficiency as input-to-drop transmission – and the geometrical symmetry of the structure between input and output ports.

We can define loss as all power not at drop ports

$$L = 1 - Nf_d^{(1)} \quad (19)$$

or total power efficiency as

$$\eta = Nf_d^{(1)}. \quad (20)$$

In Fig. 5(c), we plot the total efficiency for the “all +” and “all -” designs, i.e. where for every stage we choose the + or - root for $r_e^{(n)}$ in Eq. (18). These two are the extremal cases. The plot shows that the “all -” case (undercoupled) is the most efficient, as expected. In general, one may choose + or - designs for each stage other than the last, so there are 2^{N-1} design variants, the efficiencies of which fall between the two extremal cases shown in Fig. 5(c).

The physical explanation was already addressed in the previous section – an overcoupled design (the ‘+’ solution,

with input coupling stronger than output coupling) has greater group delay, i.e. photons spend more time in the resonator, and hence has greater loss induced by an absorptive or scattering medium in the resonator.

Observing Eq. (18), one may ask why the lossy case does not show the same symmetry between designs for the ‘+’ and ‘-’ solutions, with equal coupling strengths but swapped values for r_e and r_d , as is the case in the lossless design in Eq. (10). This would happen if we were to fix the input power, and search for the designs that give the same drop-port output power. These lossy designs would indeed have the same gaps, swapped, and would have the same drop power. The undercoupled case would have more through port power and less lost to the loss mechanism, while the overcoupled case would have less through-port power and more lost to the loss mechanism. However, our synthesis progresses backward through the chain of resonant stages, and we fix the through port output power, and the dropped power, and seek the minimum input power under these conditions. Because of the just stated asymmetry in behavior between the over and under coupled cases, the two designs are entirely different.

To confirm this explanation of the different efficiencies of ‘+’ and ‘-’ solutions, we carry out numerical field-propagation simulations using the finite-difference time domain (FDTD) method [18]. We use two-dimensional (2D) simulations because all important physics is in the plane. We use a microring resonator coupled to input and output buses (see Fig. 1) with gaps chosen to represent both the ‘+’ and ‘-’ designs in Eq. (18), with the following structure parameters: ring inner radius $R = 0.550\mu\text{m}$, ring and input/output bus waveguide widths $w = 0.240\mu\text{m}$, and coupling gaps correspond to loss rates (r_e , r_d): ($g_e = 0.120\mu\text{m}$, $g_d = 0.660\mu\text{m}$) and ($g_e = 0.240\mu\text{m}$, $g_d = 0.140\mu\text{m}$) for the ‘+’ and ‘-’ cases, respectively. The core and cladding refractive indices are $n_{co} = 3.5$, $n_{cl} = 1.45$, respectively (effective material indices can be used to account for out-of-plane confinement and make the 2D simulation more closely represent the response of a full 3D structure; this is not pursued here because it complicates the model without fundamentally altering our claims).

Figs. 6(a),(b) show the FDTD-obtained drop and through port transfer functions over the 1475-1625nm wavelength range, respectively for the first stage of an “all -” and an “all +” root design. Overlaid in each plot is the CMT model with no fitting parameters, showing clear agreement. There is an enormous difference in efficiency between the two cases [per Fig. 5(c)] in this example. Figs. 6(c),(d) shows fields in the structure in the all under- and all over-coupled cases, with on-resonant CW excitation, showing considerably lower resonant enhancement, and loss (radiation loss in this case), of the undercoupled case.

Using the proposed synthesis procedure, we next illustrate the spectral response of a typical lossy power splitter design. In Figs. 7(a),(b), we show the drop and partial through port spectral responses of an $N=4$ (4-way) power splitter, in the case where loss $r_o = 0.10 r$ (i.e. the

bandwidth is $\alpha \approx 10$ times the intrinsic linewidth). Note that the spectral responses to each drop port are not the same. This is because light reaching the n -th drop port passes $n-1$ through ports, with various depths of on-resonance “dip”. Thus, later drop ports have wider transmission bandwidths even though each resonator has the same bandwidth $2r$.

What exactly is the optimum choice of bandwidth, and whether it is the intrinsic or overall bandwidth that should be kept constant is left for consideration in future work. One of the drawbacks of the present design relative to that in Ref. [3], and the cost of allowing a spatially distributed dropping of power, is that N resonators are required here, and that the overall response of the system has in general N poles and N zeros, making its synthesis more complex and the overall group-delay bandwidth product (i.e. loss sensitivity) in general higher. These considerations are likewise left for future inquiry.

VI. CONCLUSION

In this paper, we proposed a wavelength-selective power splitter architecture based on microring resonators. After showing that a symmetric choice of couplings maximizes drop-port transmission of a single-ring resonant filter, we addressed the design of an N -way power splitter. We obtained design expressions for coupling coefficients in the lossless and lossy resonator cases under the constraints of equal intrinsic Q’s and fixed bandwidth. We showed that two equivalent solutions exist for each stage except the last in the lossless case (i.e. 2^{N-1} designs). In the lossy case, we showed that only one of these, the choice with all stages undercoupled to the input bus, is the optimum design. We verified analytical CMT model predictions using numerical FDTD simulations of an example structure. The proposed designs may offer a useful way to distribute laser power on chip for interconnect and telecom/datacom applications.

ACKNOWLEDGEMENT

M. Dašić would like to thank the Nanophotonic Systems Group at the University of Colorado Boulder, USA, for their hospitality and support during the course of a 3-month research internship. Many thanks to all the people from our group – Savvy, Chris, Kareem, Mark, Cale, Jeff and Yangyang whose support and help made this work more efficient.

REFERENCES

- [1] B.E. Little, *et al.*, “Microring Resonator Channel Dropping Filters”, *J. Lightwave Technol.*, vol. 15, no. 6, pp. 998-1005, June 1997.
- [2] H.A. Haus, “*Waves and Fields in Optoelectronics*”, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- [3] D. Dai and S. He, “Proposal of a Coupled-Microring-Based Wavelength Selective $1 \times N$ Power Splitter”, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 21, No. 21, pp. 1630-1632, Nov. 2009.

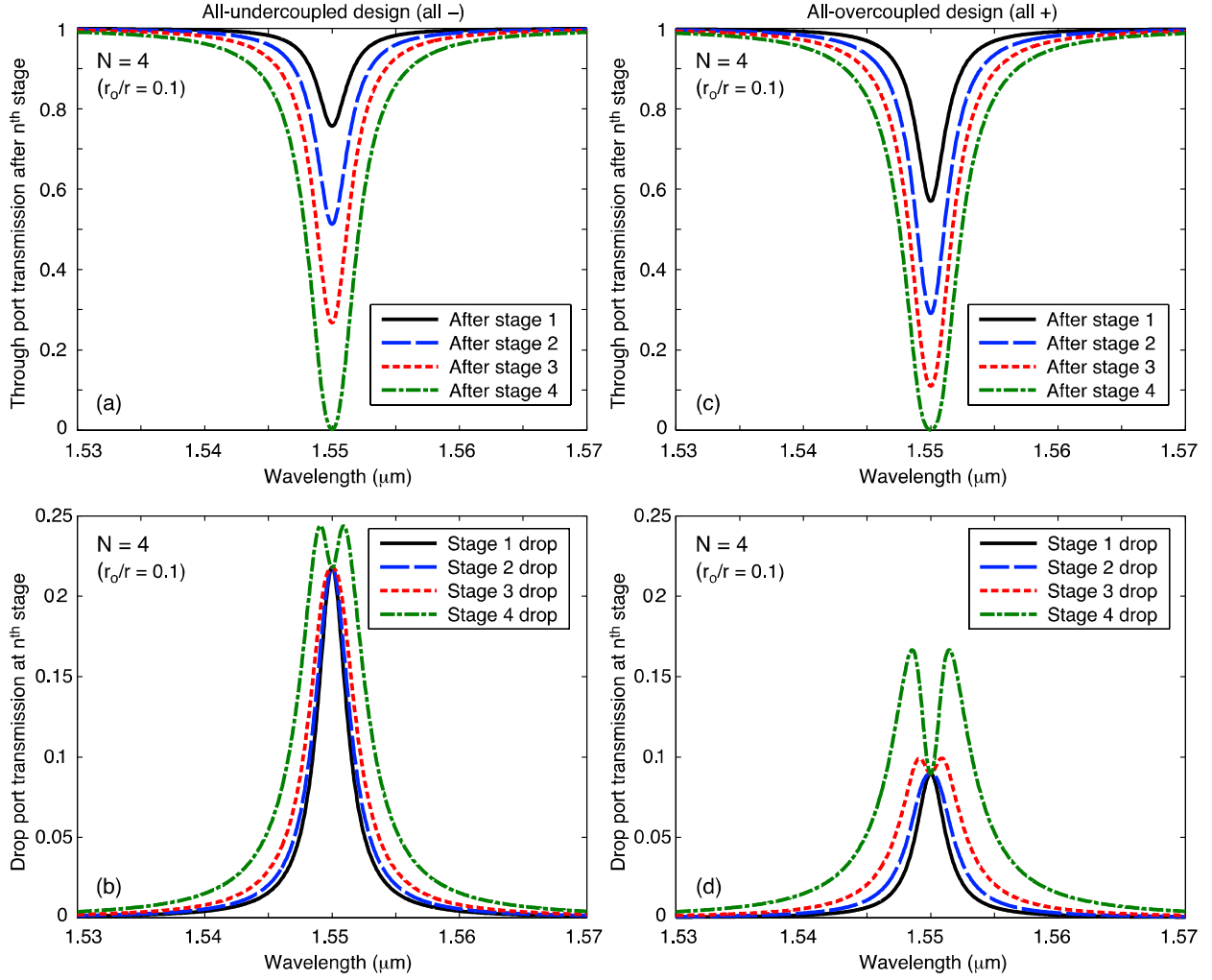


Fig. 7. Drop and through-port responses of lossy designs, for $N = 4$ (4-way splitter), and a normalized loss coefficient $r_o = 0.10 r$. (a,b) Through-port response after each stage, and drop port response to each stage output in the undercoupled design, and (c,d) in the overcoupled design. Each design provides equal output power to all drop ports, but the all-undercoupled design minimizes overall loss. Stage bandwidths are fixed at $\delta\omega_{\text{dB}} = 2r$, but due to traversal of a number of through ports, later stages acquire a larger total bandwidth.

- [4] B.E. Little, J.S. Foresi, *et al.*, "Ultra-compact Si-SiO₂ microring resonator optical channel dropping filters", *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 10, pp. 549–551, Apr. 1998.
- [5] A. Yariv and P. Yeh, "Photonics", Oxford Univ. Press, 2007.
- [6] C. Manolatou, M.J. Khan, S. Fan, *et al.*, "Coupling of Modes Analysis of Resonant Channel Add-Drop Filters", *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 35, no. 9, pp. 1322–1331, Sep. 1999.
- [7] A. Vörckel, M. Münster, W. Henschel, P.H. Bolivar and H. Kurz, "Asymmetrically Coupled Silicon-On-Insulator Microring Resonators for Compact Add-Drop Multiplexers", *IEEE Photonics Technol. Lett.*, vol. 15, no. 7, pp. 921–923, July 2003.
- [8] M.A. Popović, "Sharply-defined optical filters and dispersionless delay lines based on loop-coupled resonators and 'negative' coupling," in Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), May, 2007, paper CThP6.
- [9] J.S. Orcutt, B. Moss, C. Sun, J. Leu, M. Georgas, *et al.*, "An Open Foundry Platform for High-Performance Electronic-Photonic Integration", *Optics Express* 20, 12222 (2012).
- [10] F. Xia, L. Sekaric and Y. Vlasov, "Ultracompact optical buffers on a silicon chip", *Nature Photonics* 1, 65 (2007).
- [11] A. Khilo, *et al.*, "Photonic ADCs: Overcoming the Electronic Jitter Bottleneck," *Optics Express* 20, pp. 4454–4469 (2012).
- [12] S. Clemmen, K. Phan Huy, *et al.*, "Continuous wave photon pair generation in silicon-on-insulator waveguides and ring resonators," *Opt. Express* 17, 16558–16570 (2009).
- [13] M.A. Popović, T. Barwicz, M.R. Watts, P.T. Rakich, *et al.*, "Multistage high-order microring-resonator add-drop filters," *Optics Letters*, vol. 31, no. 17, pp. 2571–2573, Sep. 2006.
- [14] Andrea Melloni, "Synthesis of a parallel-coupled ring-resonator filter," *Opt. Lett.* 26, 917–919 (2001).
- [15] C. Batten, *et al.* "Designing Chip-Level Nanophotonic Interconnection Networks," *IEEE J. Emerg. and Sel. Topics in Circuits and Systems (JETCAS)*, 2(2):137–153, June 2012.
- [16] M. Dašić and M.A. Popović, "Minimum Drop-Loss Design of Microphotonic Microring-Resonator Channel Add-Drop Filters," submitted to Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, 2012.
- [17] C. Vassallo, *Optical Waveguide Concepts*, Elsevier Science Publishers, 1991.
- [18] A. Taflov and S.C. Hagness, *Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method*, 3rd ed., Artech House Publishers (2005).

Detekcija pošiljke u poštanskom sandučetu mikrokontrolerom PIC12F629

M. Đorđević

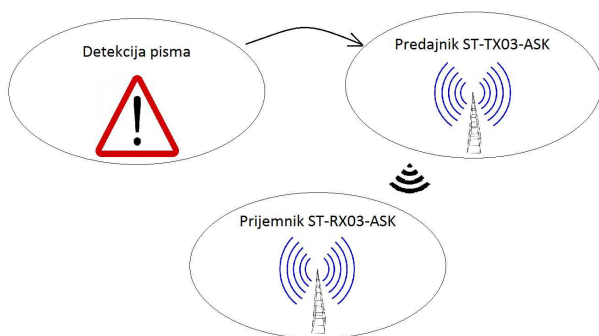
Sadržaj – U ovom radu je prikazano kako se upotrebom mikrokontrolera PIC12F629 [1] može realizovati detekcija pošte u poštanskom sandučetu, koje je udaljeno od kuće i obaveštavanje vlasnika radio vezom [2].

I. UVOD

PIC12F629 je iskorišćen kao mozak celog sistema. Radio veza je izvedena uz pomoć SUMMITEK-ovog predajnika ST-TX03-ASK [3] i prijemnika istog proizvođača ST-RX03-ASK [4]. Osnovni deo detekcije je jednostavno izveden infracrvenom diodom CQY99 [5] i fototranzistorom IRE5 [6], gde je detektor navedeni fototranzistor. Detektuje se tako što infracrvena dioda šalje snop infracrvenog svetla, koje fototranzistor prima. U trenutku kada se taj snop prekine pismom, sa izlaza fototranzistora se šalje signal na mikrokontroler da je snop prekinut i da je pismo stiglo. Što se tiče radio veze, prenos je izveden tako da prijemnik prima određeni paket bitova u određenom formatu, kako bi se tačno znalo da je primljena informacija validna, jer prijemnik iz vazduha prima razne signale (smetnje).

II. PRINCIP RADA SISTEMA

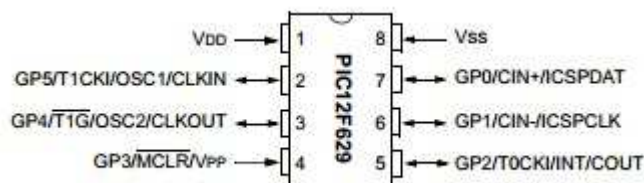
Na blok šemi (slika 1.) se može videti da nakon detekcije pisma, koja je izvedena uspomoc infracrvene diode CQY99 i fototranzistora IRE5, sledi slanje informacije u vidu paketa bitova na ulaz predajnika ST-TX03-ASK, koji dalje šalje tu informaciju na prijemnik ST-RX03-ASK.



Slika 1. Blok šema sistema

M. Đorđević, sa smera Mikroelektronika i Mikrosistemi, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

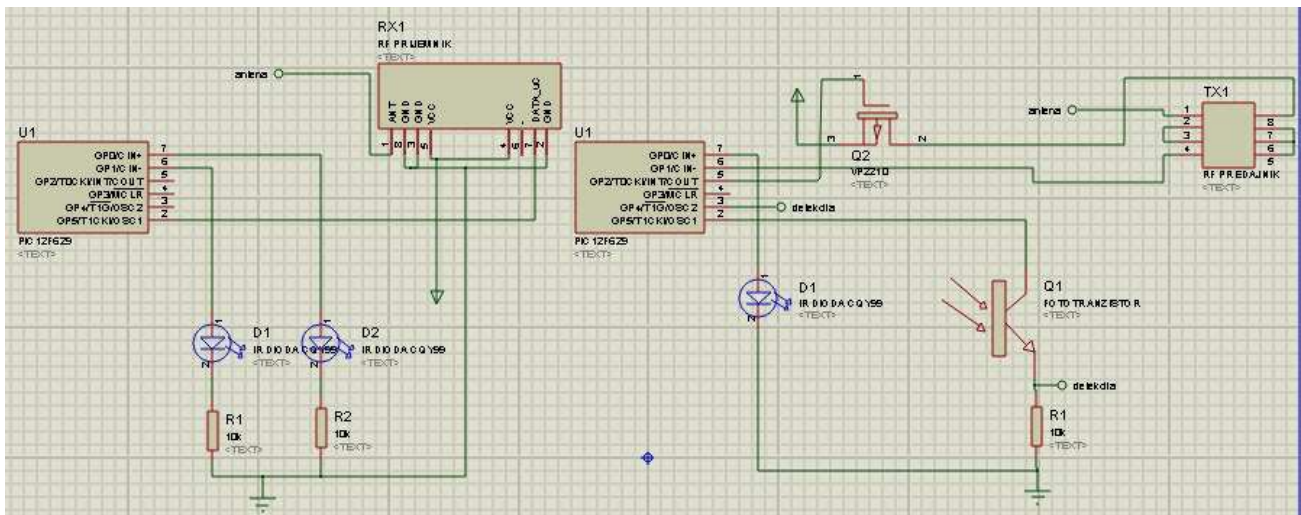
Na mikrokontroler (slika 2.) koji ima 8 pina, od kojih se 5 koristi za povezivanje elemenata (pinovi 1, 4 i 8 se koriste za napajanje, MCLR i masu, respektivno). Dakle, na pin 2 (GPIO.5) je vezan jedan kraj fototranzistora – kraj za napajanje, dok je drugi kraj fototranzistora vezan za otpornik R1, koji ovde služi kao zaštita. Sa tačke ispred otpornika R1 se vodi signal za detekciju na pin 3 (GPIO.4). Pina 5 (GPIO.2) je iskorišćen za povezivanje P MOSFET-a [7], koji služi kao prekidač kako bi se predajnik isključio istovremeno kad i sam mikrokontroler. Kao što je poznato P MOSFET radi ovde kao prekidač na sledeći način: kada se sa mikrokontrolera pošalje 0 P MOSFET propušta struju u ovom slučaju od napajanja na RF predajnik, i to traje sve dok se vrši provera sandučeta. Kada se završi provera, ako je detektovan prekid snopa infracrvenog svetla, šalje se informacija prijemniku, a zatim se mikrokontrolerom na pin 5 postavlja 1, čime se P MOSFET zakoči i isključuje ceo sistem za detekciju. Na taj način se izbegava bespotrebno trošenje električne energije. Paket bitova koji se prenose prilikom detekcije pisma se prenose na predajnik preko pina 6 (GPIO.1). I na kraju na pin 7 (GPIO.0) je vezana infracrvena dioda, koja u trenutku kada se uključi mikrokontroler pošalje snop infracrvenog svetla radi provere sadržaja sandučeta.



Slika 2. Pinout mikrokontrolera PIC12F629

Šema sistema mikrokontrolera i predajnika zajedno sa povezivanjem se može videti na slici 3

Šema projekta je rađena u programu ISIS - Proteus [8]. Kao što je navedeno u tekstu gore, mikrokontroler se uključuje na određeno vreme – određeno softerom, kao i ceo sistem, tj. predajnik i prijemnik i ostali elementi, kako bi se izbeglo bespotrebno trošenje energije. Infracrvena dioda šalje snop infracrvenog svetla, a fototranzistor kada detektuje da je snop prekinut šalje signal mikrokontroleru. Kako je na pinu 3 (GPIO.4) doveden kraj za detekciju sa fototranzistora, on je u



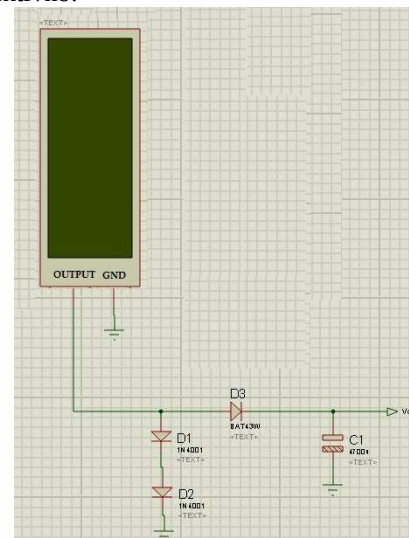
Slika 3. Šema celog sistema

stanju High – 1, sve dok se ne prekine snop infracrvenog zračenja, pa je na tom pinu stanje Low – 0. Kada je na ovom pinu 0, šalje se informacija sa pina 6 (GPIO.1) na predajnik, koji šalje dalje informaciju u vidu paketa bitova prijemniku. Predajnik i prijemnik rade na frekvenciji od 434 MHz, a prenos podataka se vrši uspomoc protokola RS232 [9], ali u vidu bežične komunikacije. Kao što je gore navedeno prijemnik prima razne smetnje iz vazduha, pa je iz tog razloga iskorišćena naredba „wait“ u softveru kako bi prijemnik znao koje informacije su validne, tj. predstavljaju informaciju o pristigloj pošti. Šema dela sistema koji je zadužen za prijem informacija od dela za detekciju se može videti takođe na slici 3. Korisnik ima uvid u prijem pošiljke tako što postoje dve LED diode za signalizaciju. Iskorišćene su jedna crvena i jedna zelena LED dioda. Crvena LED dioda označava da je sanduče prazno, dok od trenutka kada je prekinut snop infracrvenog zračenja, počinje da svetli zelena LED dioda. Naravno treba napomenuti da deo koji je zadužen za signalizaciju radi kontinualno, nezavisno od dela za detekciju koji se pali na određeno vreme.

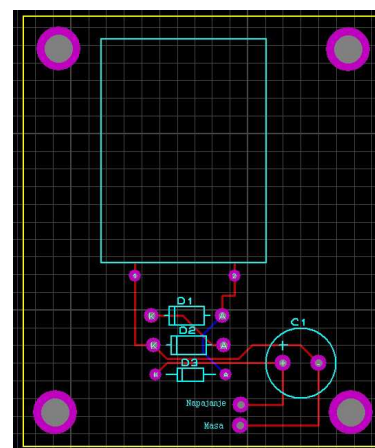
Kada se primi informacija od predajnika, prijemnik to preko pina rezervisanog za prenos podataka na mikrokontroler, u pitanju je drugi mikrokontroler PIC 12F629, šalje te informacije na obradu. Kada mikrokontroler preveri iste, zavisno da li se radi o validnim informacijama ili o smetnjama iz vazduha, upaliće se zelena LED dioda, u suprotnom nastaviće da svetli crvena LED dioda.

Napajanje je izvedeno preko solarnog panela [10], koji puni elektrolitski kondenzator od 4800 μ F. Potreban je veliki kapacitet, kako bi se skupilo dosta energije za rad mikrokontrolera, fototranzistora, infracrvene diode i predajnika. Kako je navedeno već, predajni deo i deo za detekciju nije stalno aktivan, već se na svakih 30 minuta (korisnik može sam odrediti vremenski period) uključuje i proverava da li ima pošte u sandučetu. Takođe tu su i dve

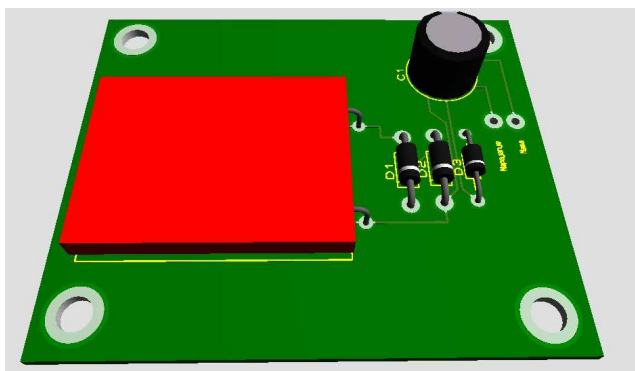
diode 1N4001 [11], koje služe da bi se ograničio napon na 3,3 V, koliko je potrebno za napajanje mikrokontrolera, kako bi se isti zaštitio od pregorevanja. Na slikama 4, 5 i 6. se mogu videti šema, izgled štampane ploče i 3D model iste, respektivno.



Slika 4. Šema napajanja

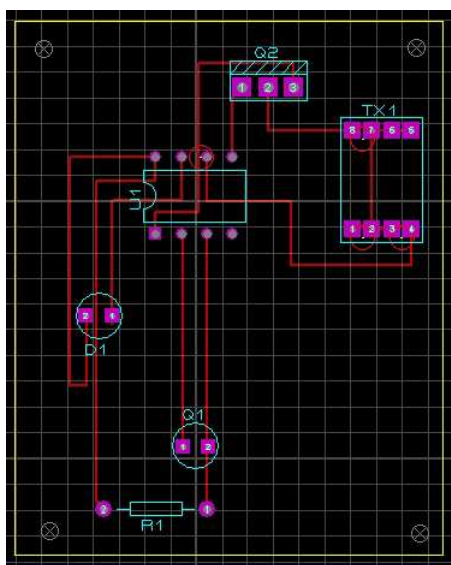


Slika 5. PCB dela za napajanje

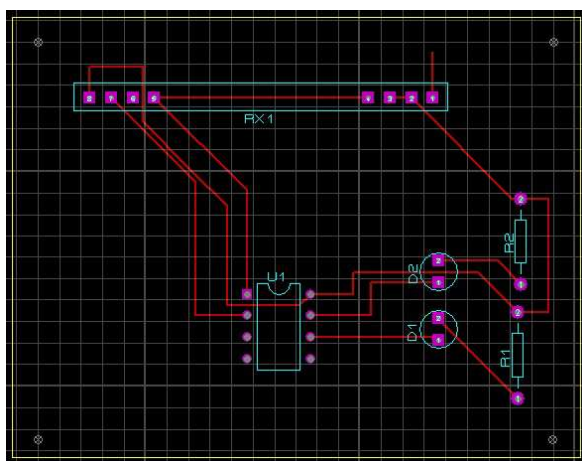


Slika 6. 3D model dela za napajanje

PCB je rađen u ARES-u, takođe iz softverskog paketa Proteus. Na slici 4. se može videti deo zadužen za detekciju, a na slici 5. deo zadužen za signalizaciju.

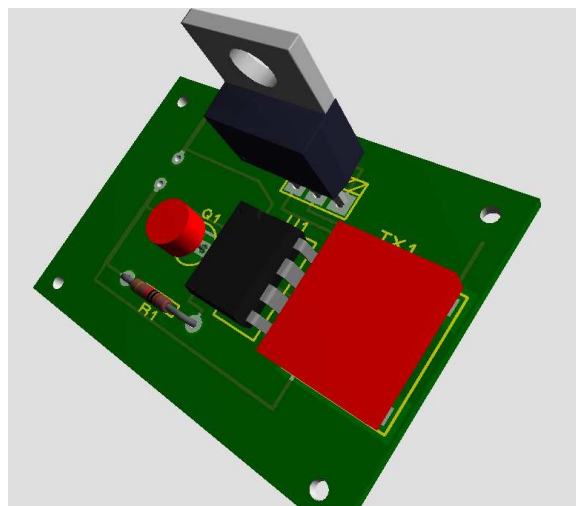


Slika 7. PCB dela za detekciju

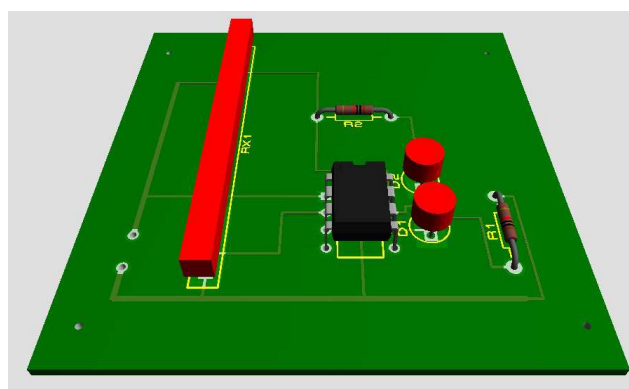


Slika 8. PCB dela za signalizaciju

Na slikama 6 i 7 se mogu videti 3D modeli predajnika i prijemnika, respektivno.



Slika 9. 3D model predajnika



Slika 10. 3D model prijemnog dela

VI. ZAKLJUČAK

Tokom testiranja SUMMITEK-ov predajnik ST-TX03-ASK i prijemnik istog proizvođača ST-RX03-ASK, pokazali su se kao veoma pouzdani. Pored toga što je utvrđeno da imaju malu potrošnju, utvrđeno je da je procenat uspešno primljenih paketa 99,5%.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje celokupnom nastavnom kadru sa katedre za mikroelektroniku na sveobuhvatnoj pomoći, prilikom izrade ovog rada.

LITERATURA

- [1] PIC12F629, Microchip, data sheet. [On Line]. Dostupno na: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41190c.pdf>
- [2] Radio veza, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.therfc.com/>
- [3] ST-TX03-ASK, Summitek, datasheet. [On Line]. Dostupno na: http://us.100y.com.tw/pdf_file/79-ST-TX03-ASK.pdf
- [4] ST-RX03-ASK, Summitek, data sheet. [On Line]. Dostupno na: <http://www.icdistribution.net/download/ST-RX04-ASK.pdf>

-
- [5] CQY99 IR dioda, data sheet. [On Line]. Dostupno na: http://www.datasheet.hk/view_download.php?id=1157038&file=0083\cqy99_809937.pdf
- [6] IRE5 fototranzistor, data sheet. [On Line]. Dostupno na: <http://www.datasheetarchive.com/IRE-5-datasheet.html>
- [7] P-Mosfet, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.ecse.rpi.edu/~schubert/Course-ECSE-6290%20SDM-2/1%20MOSFET-1%20Basics.pdf>
- [8] Proteus, Labcenter. [On Line]. Dostupno na: <http://www.labcenter.com/index.cfm>
- [9] RS232 komunikacija, članak. [On Line]. Dostupno na: http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html
- [10] Solarni paneli, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.solarnipaneli.org/solarni-paneli-2/>
- [11] 1N4001 dioda, Texas Instruments, data sheet. [On Line]. Dostupno na: http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/1/N/4/0/1N4001.shtml

Aqua-Comp (kompjuter u akvarijumu)

I. Arsić, M. Stošić, A. Spiridonović, L. Vasić, A. Randelović, N. Đorić

Sadržaj – U ovom radu opisan je princip konstrukcije kompjutera koji je potopljen u akvarijumu sa ribicama. Kompjuter se po svojoj funkciji ne razlikuje od drugih kompjutera, ali ima značajne prednosti i interesantniji dizajn kućišta.

I. UVOD

Dobro je poznato da se u svim računarima nakon određenog perioda korišćenja nagomilava prašina, što dovodi do povećanog zagrevanja i nivoa buke koju proizvodi ventilator. Buka se pojačava zato što vazduh ne cirkuliše kroz hladnjak zbog prašine, pa se brzina obrtanja ventilatora povećava, kako bi se smanjila temperatura kompjuterskih komponenata. Prilikom zagrevanja računara može veoma lako doći do kvara bilo koje komponente. Najčešće dođe do otkaza napajanja, matične ploče, procesora ili grafičke kartice.

Kod kompjutera Aqua-Comp, koji je predstavljen u ovom radu, taj problem sveden je na minimum, a istovremeno i potpuno promenjen dizajn, što ga čini nesvakidašnjim.

II. KONSTRUKCIJA AQUA-COMP-A

U osnovi konstrukcije Aqua-Comp-a jesu dva akvarijuma, od kojih je manji smešten unutar većeg, kao što je prikazano na slici 1. U manjem od ta dva akvarijuma smešten je deo elektronskih komponenti računara (slika 2), dok je deo komponenti koje predstavljaju korisnički interfejs, smešten u krovu akvarijuma.

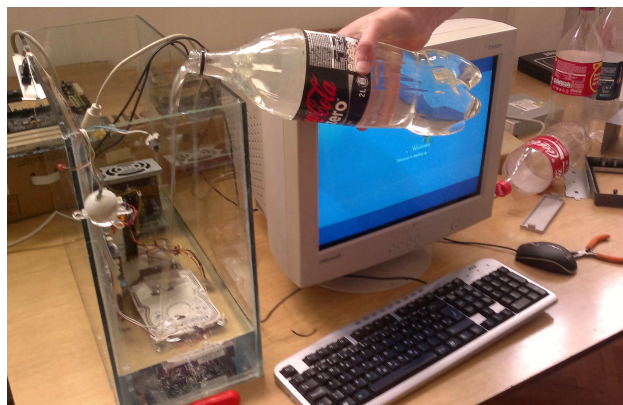


Slika 1. Dva akvarijuma neophodna za smeštanje Aqua-Comp-a

I. Arsić je profesor elektronske grupe predmeta u Tehničkoj školi "Rade Metalac", Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, E-mail: igorarsic78@gmail.com

M. Stošić, A. Spiridonović, L. Vasić, A. Randelović, N. Đorić su učenici Tehničke škole "Rade Metalac", Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, E-mail: miljanoni@gmail.com

Sve komponente su unutar manjeg akvarijuma fiksirane pomoću metalnih šina, i postavljene tako da je odozgo moguće priključiti monitor, tastaturu, miš i ostale periferne uređaje. Kada su sve komponente povezane, akvarijum se ispuni tečnošću visoke električne otpornosti. Korišćeno je mineralno ulje [1], električno neprovodna tečnost, koja pored toga što ne provodi struju omogućava najbolje hlađenje komponenata. Mineralno ulje izgleda kao voda, ali se drugačije ponaša [2]. Mineralno (parafinsko) ulje jedan je od nusprodukata nafte, providna tečnost bez boje i mirisa, mešavina alkana (u opsegu od C 15 do C 40), ređe u poređenju s vodom. Gustina mineralnog ulja je 0.8 g/cm³ (gustina vode je 1g/cm³) [3]. Čisto mineralno ulje ne sadrži slobodne elektrone neophodne za provođenje struje.



Slika 2. Manji akvarijum gde je smešten deo elektronskih komponenti Aqua-Comp-a

U ulju je potopljeno napajanje, ali i procesor i grafička kartica. Pritom nisu uklonjeni hladnjaci i ventilatori. Većina ventilatora pri smanjenom broju obrtaja u ulju radi normalno. U krovu akvarijuma nalaze se komponente korisničkog interfejsa, hard disk, CD-ROM i osvetljenje. Hard disk nije uronjen u ulje jer na kućištu postoji rupa, koja omogućava izjednačavanje pritiska. Kada bi ulje ušlo u hard disk, pokretni delovi ne bi funkcionisali pa čitanje podataka ne bi bilo moguće. Van ulja se nalazi i CD-ROM, jer ima pokretne delove. Računar potopljen u mineralno ulje potpuno je bežuman i šanse za nagomilavanje prašine su svedene na minimum. Prašina je veliki neprijatelj svih računara, jer u njenom prisustvu komponente mogu prekinuti da obavljaju svoje funkcije, bilo trajno ili do trenutka dok se ta prašina ne očisti.

Akvarijum sa računarskim komponentama nalazi se u većem akvarijumu. Veći akvarijum predstavlja prostor za ribice, okruženje je ispunjeno biljkama, kamenjem, peskom, kao i filterom i grejačem. Ovim je ostvarena

dvostruka uloga Aqua-Comp-a, svetleće kućište računara sa svim neophodnim komponentama i klasičan akvarijum.

III. KARAKTERISTIKE I NAMENA AQUA-COMP-A

Mineralno ulje u koje su potopljene komponente će obezbediti dovoljno dobro hlađenje i omogućiti računaru siguran rad. Ovakvo hlađenje omogućava korisnicima da iz računara izvuku maksimum – overclock-ovanjem procesorskih jezgara [4]. Hlađenje računara u mineralnom ulju je odlično rešenje jer se osim procesora (centralnog i grafičkog) hlade i sve druge komponente. Toplotu koju generiše PC računar mineralno ulje odvodi 5 puta bolje od vazduha [5].

Aqua-Comp, na prvi pogled, ostavlja utisak spoja nespojivog- struje i vode. Na ovaj način je monotonost klasičnih računarskih kućišta potisnuta. Dizajn je pogodan za osobe koje provode više sati dnevno za računarom, jer će pogledom u akvarijum osvežiti vid i lakše obaviti posao koji su započeli. Namenjen je za mesta gde je frekvencija ljudi velika (restorani, hoteli, kancelarije i sl.). Konačni izgled realizovanog Aqua-Comp-a prikazan je na slici 3.



Slika 3. Konačni izgled realizovanog Aqua-Comp-a



Slika 4. Aqua-Comp sa priključenim periferijama

S druge strane, kada kompjuter radi više sati u akvarijumu sa ribicama, grejač nije potreban. Usled grejanja komponentata računara, zagrevaće se mineralno ulje, a preko stakla toplota će se prenositi na vodu u akvarijumu. Na ovaj način obezbeđeni su neophodni uslovi za život ribica.

Prednosti realizovanog Aqua-Comp-a su: bešumnost u radu, dobro hlađenje komponentata i lep dizajn kućišta. S druge strane, kao nedostatak može se izdvojiti veća težina kućišta u odnosu na klasična. Kako je akvarijum pun tečnosti, tj. mineralnog ulja težina je dva do tri puta veća, pa je prenos računara teži [6]. Takođe, u slučaju kvara garancija na komponente računara uronjene u ulju se ne priznaje.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je jedan od načina za realizaciju kompjutera koji je potopljen u mineralno ulje, a po funkciji se ne razlikuje od komercijalnih računara. Glavna razlika je u dizajnu kućišta i u rashladnom sistemu. Ovakvo hlađenje omogućava korisnicima da iz računara izvuku maksimum – overclock-ovanjem procesorskih jezgara. Posle više časova rada, pokazalo se da je nivo mineralnog ulja ne promenjen i da nema problema u funkcionisanju komponentata.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju Tehničkoj školi "Rade Metalac" iz Leskovca [7], koja je iz sopstvenog budžeta finansirala ceo projekat i medijima [8] koji su objavljivali sve novosti o Aqua-Comp-u. Sa posebnim zadovoljstvom, autori se zahvaljuju organizatorima svih događaja, na kojima su učestvovali i osvojili brojne nagrade i priznanja za Aqua-Comp. Konačno, autori rada se zahvaljuju Milošu Marjanoviću na nesebičnoj pomoći pruženoj prilikom pisanja ovog rada.

LITERATURA

- [1] Mineralno ulje, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.wisegeek.com/what-is-mineral-oil.htm>
- [2] Mineralno ulje, članak. [On Line]. Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_oil
- [3] Gustina mineralnog ulja i vode, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.engineeringtoolbox.com>
- [4] Hlađenje pri overclock-ovanju, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.overclock.net/t/1241145/mineral-oil-computer>
- [5] Kompjuter potopljen u mineralno ulje, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://www.pugetsystems.com/submerged.php>
- [6] Kompjuter u ulju, članak. [On Line]. Dostupno na: <http://infoverzum.blogspot.com/2010/01/kompjuter-u-ulju-zapone-molim.html>
- [7] TŠ „Rade Metalac” Leskovac, zvanični web sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://www.rademetalac.edu.rs>
- [8] Web016, zvanični web sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://web016.rs/genijalci-za-aqua-comp-osvojili-pehar/>

Savremeno poštansko sanduče

I. Arsić, S. Nikolić, V. Zdravković, A. Stojiljković, K. Jovanović

Sadržaj- U ovom radu prikazane su dve mogućnosti za realizaciju poštanskih sandučića. Jedno poštansko sanduče sakuplja sunčevu energiju tokom dana koja se noću troši za osvetljenje, a drugo sanduče ima indikator da je pošiljka primljena.

I. UVOD

U vreme kada nije bilo telefona i interneta, pismo je bilo jedini vid komunikacije. Razvoj savremenih tehnologija potisnuo je poštu, ali pošiljke (računi, promo materijal, ...) svakodnevno zatičemo u poštanskim sandučićima. Po novom zakonu Republike Srbije, svako domoćinstvo treba da ima sandučice po propisanim standardima [1].

U ovom radu prikazane su dve mogućnosti za realizaciju poštanskih sandučića. Oba modela poštanskog sandučeta napravljena su od recikliranog elektronskog otpada (slika 1). Elektronski i električni otpad spada u kategoriju opasnog otpada. Ovi proizvodi sadrže živu, olovo, kadmijum, berilijum, itd. Ukoliko se nepropisno bace ili odlože, zagađuju i uništavaju životnu sredinu i mogu dovesti do pojave mnogih oboljenja... Korišćenjem elektronskog otpada za realizaciju sandučića daje se doprinos očuvanju životne sredine. U Srbiji se reciklira tek 200 grama elektronskog i električnog otpada po stanovniku, dok je evropski standard 4 kg [2]. Sandučići ispunjavaju zakonom propisane standarde.



Slika 1. Izgled realizovanih savremenih poštanskih sandučića

I. Arsić je profesor elektrotehničke grupe predmeta u Tehničkoj školi "Rade Metalac", Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, E-mail: igorarsic78@gmail.com

S. Nikolić, V. Zdravković, A. Stojiljković, K. Jovanović su učenici na smeru Mehatronika, Tehnička škola "Rade Metalac", Dimitrija Tucovića bb, 16000 Leskovac, Srbija, E-mail: stef4n94n@hotmail.com, vlada0000@hotmail.com, aleksandraalek94@gmail.com, j.katarina94@gmail.com

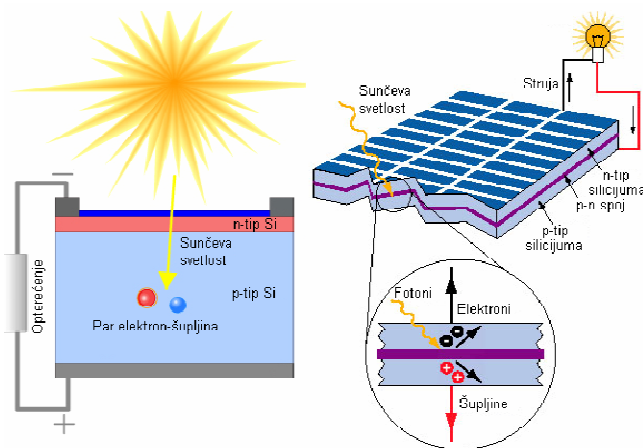
II. RAZVOJ UREĐAJA

A. Princip rada uređaja

Realizovani su: svetleće poštansko sanduče i poštansko sanduče sa indikatorom. Svetleće poštansko sanduče preko foto ćelije akumulira solarnu energiju, koja se koristi za osvetljenje table sa kućnom adresom u toku noći. Poštansko sanduče sa indikatorom detektuje i obaveštava korisnika o prispelej pošiljci.

Svetleće poštansko sanduče je sanduče sa ugrađenom solarnom ćelijom koja prikuplja sunčevu energiju tokom dana. Akumulirana električna energija iz baterije koristi se za napajanje LED osvetljenja na sandučetu koje osvetljava tablu sa adresom korisnika.

Solarna ćelija (fotogenerator) je poluprovodička komponenta koja pretvara sunčevu energiju u električnu [3]. Sunčevo zračenje predstavlja emisiju elementarnih čestica, kvantata elektromagnetnog zračenja (svetlosti), koji se nazivaju fotoni. Pod dejstvom ugrađenog polja u prelaznoj oblasti p-n spoja, svetlošću generisani elektroni iz prelazne i p-oblasti preći će u n-oblast, a šupljine iz prelazne i n-oblasti u p-oblast. Usled prelaska ovih nosilaca narušić se ravnoteža, anoda će se naelektrisati pozitivno, a katoda negativno. Ako se spoje krajevi (anoda i katoda), poteći će struja, što znači da se ovakva komponenta ponaša kao generator električne energije (slika 2). Režim rada fotogeneratora bira se tako da korisna snaga bude najveća.

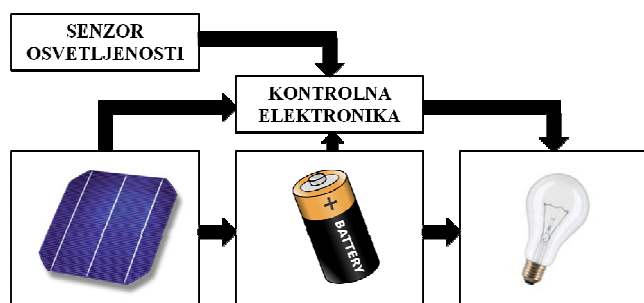


Slika 2. Solarna ćelija, princip pretvaranja solarne u električnu energiju

Solarna ćelija može biti izvor električne energije za različite potrošače, a dobijena energija može se skladištiti u raznim akumulatorima energije (kondenzator, baterija, ...).

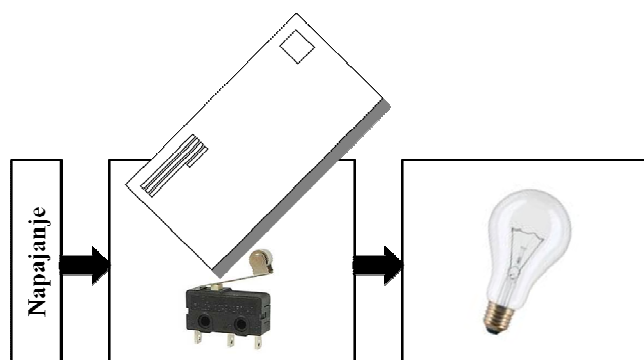
Danas se intenzivno radi na poboljšanju karakteristika solarnih ćelija, prvenstveno u cilju povećanja stepena korisnog dejstva. Većina komercijalno dostupnih solarnih ćelija sposobna je da proizvodi električnu energiju dvadesetak godina bez značajnog pada efikasnosti. Garancije proizvođača su 25– 30 godina, a da pritom kapacitet opadne 20% od nazivnog.

Energija iz solarne ćelije se skladišti u bateriji. Korišćenjem senzora osvetljenosti detektuje se noć, pa se energija iz baterije koristi za napajanje osvetljenja. Konceptualna blok šema realizovanog uređaja prikazana je na slici 3.



Slika 3. Blok šema svetlećeg poštanskog sandučeta

Poštansko sanduče sa indikatorima je sanduče sa mikro prekidačem. Kada poštari ubaci pošiljku u sanduče, zatvara se mikroprekidač i uključuje svetlosna signalizacija u nekom delu kuće. Konceptualna blok šema realizovanog uređaja prikazana je na slici 4.



Slika 4. Blok šema poštanskog sandučeta sa indikatorom

B. Izrada uređaja

Dimenzije realizovanih poštanskih sandučića su: dužina 24 cm, širina 7,5 cm i visina 35 cm; dimenzija otvora za ubacivanje poštanskih pošiljaka su: dužina 23 cm i širina 3 cm. Ove dimenzije su najmanje dozvoljene po zakonskim propisima Evropske Unije, koje je počela da primenjuje i Srbija, tako da sandučići ispunjavaju standarde.

Za izradu sandučića korišćen je recikliran elektronski otpad, što doprinosi očuvanju životne sredine. Svetleće

poštansko sanduče prikazano je na slici 5, a poštansko sanduče s indikatorima na slici 6.



Slika 5. Svetleće poštansko sanduče



Slika 6. Poštansko sanduče sa indikatorima

III. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena su dva načina za realizaciju poštanskog sandučeta. Realizovani uređaji napravljeni su od reciklirajućih materijala, a napajaju se iz alternativnih izvora energije, te u mnogome doprinose zaštiti životne sredine.

ZAHVALNICA

Ovaj projekat nastao je kao rezultat rada učenike kompanije "Ding – dong" Tehničke škole "Rade Metalac" iz Leskovca [4, 5]. Rad je predstavljen na Sajmu mladih pronalazača u Beogradu i na otvaranju nove pošte u Leskovcu. Na Sajmu preduzetnika u Leskovcu osvojio je prvo mesto za najbolji proizvod. Autori rada se zahvaljuju Milošu Marjanoviću na nesebičnoj pomoći pruženoj prilikom pisanja ovog rada.

LITERATURA

- [1] Standardi za poštansko sanduče, članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.blic.rs/Vesti/Beograd/224365/Novi-postanski-sanducici-u-zgradama--od-1-januara>
- [2] Reciklaža elektronskog otpada, članak. [On Line] Dostupno na: http://www.b92.net/biz/vesti/srbija.php?yyyy=2012&mm=07&dd=14&nav_id=626679
- [3] S. Ristić, "Elektronske komponente", *Elektronski fakultet Niš*, pp. 176-180, [On Line] Dostupno na: <http://elfak.ni.ac.rs>
- [4] Učenička kompanija "Ding – dong", članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.rademetalac.edu.rs/Dogadjaji/preduzeca.html>
- [5] Učenička kompanija "Ding – dong", članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.bizlife.rs/vesti/vest/47213/predstavljamo-ucenicke-kompanije-dingdong-leskovac.html>

Primena razvojnog sistema TMS320C2000 za upravljanje motorima pomoću vektorske kontrole

M. Stefanović, I. Jovanović

Sadržaj - U ovom radu prikazan je realizovani sistem sa razvojnog platformom TMS320C2000 za upravljanje motorima, sa mikroprocesorom familije F28035. Date su hardverske i softverske mogućnosti sistema kod vektorske kontrole motora. Za pisanje softvera korišćen je programski paket Code Composer Studio Integrated Design Environment (CCS IDE) firme Texas Instruments. Biće objašnjeni i postupci na osnovu kojih današnji mikrokontroleri imaju veću preciznost, energetska efikasnost i manju cenu za široki spektar aplikacija.

I. UVOD

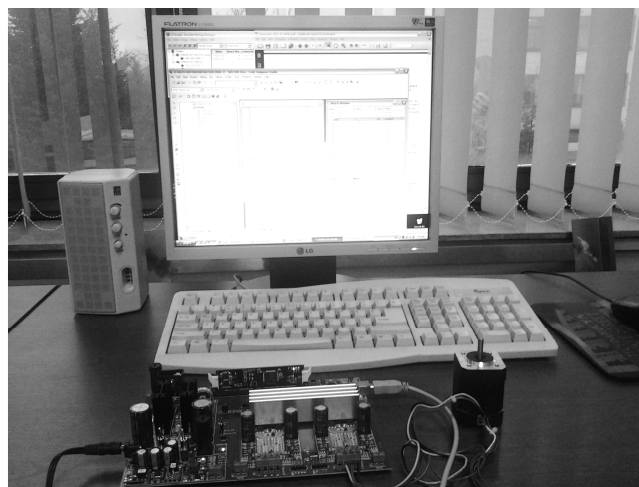
Nekada se kontrola brzine i obrtnog momenta vršila samo upotrebom analogne tehnike. Od pojave mikroprocesora, sve više kontrolnih jedinica se dizajnira koristeći prednosti digitalnih sistema. Tako se poboljšava nivo efikasnosti i omogućava implementacija naprednijih kontrolnih šema, zahvaljujući visokim performansama računara. Sasvim prirodan tok razvoja je prenošenje operacija računanja sa standardnih mikroprocesora na DSP (Digital Signal Processor). Na ovaj način, mogu se implementirati napredniji algoritmi, čija će obrada zahtevati isti ili čak i manji vremenski period od obrade putem klasičnih sistema.

Digitalna kontrola motora je prvi put uvedena da bi se prevazišli problemi koje su tradicionalni analogni sistemi imali sa rešavanjem problema starenja komponenti i varijacija koje su nastajale usled promene temperature. Fleksibilni softverski algoritmi nisu samo eliminisali probleme tolerancije vezane za komponente, već su i omogućili inženjerima da dinamički prilagode promenljive u realnom vremenu. Na primer, umesto mogućnosti da se samo uključi ili isključi motor ventilatora, sa digitalnom implementacijom brzina ventilatora se može kontrolisati u skladu sa merenom temperaturom. Pored toga, sistemi mogu da se sami kalibrišu, što eliminiše potrebu za regularnim, ručnim održavanjem.

Izlazni signali digitalnog kontrolera ka elektronici za napajanje motora se obično generišu kao PWM signali. Najefektivnije bi bilo kada bi kontroler bio opremljen internom PWM jedinicom. Za kontrolu rada motora, moraju da se izvrše neka merenja struje i napona, pa interni AD konvertori takođe mogu biti od pomoći. Tipična jedinica za merenje pozicije i brzine je optički

inkrementalni enkoder, a često se ugrađuje i QEP (kvadraturni dekodler). Po svojim karakteristikama, može se reći da je DSC (Digital Signal Controller) sa F2803X familijom DSP-a idealni uređaj za digitalnu kontrolu motora [1].

Aplikacije visokih performansi zahtevaju brze, pouzdane i robustne kontrolne sisteme. Zbog toga postoji zahtev za dobro opremljenim platformama za digitalnu kontrolu motora (DMC platforme). Jedna takva platforma korišćena je u ovom radu i prikazana je na slici 1.



Slika 1. Izgled Motor Control and PFC Developer's Kit sistema

II. OSNOVNA ŠEMA VEKTORSKE KONTROLE MOTORA

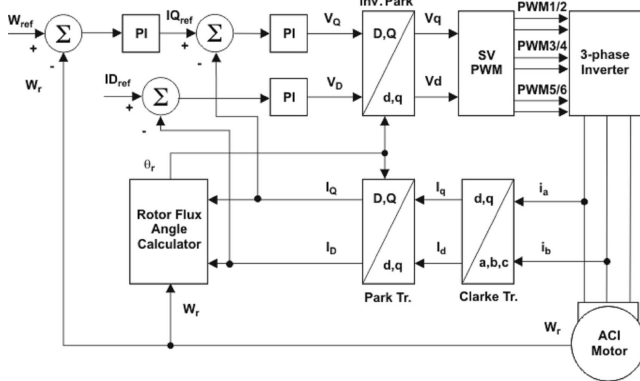
Dobro je poznato da sistemski i kontrolni inženjeri vole da vizuelizuju sistemske ili kontrolne strategije u vidu blok dijagrama toka signala. Dobro je razdvojiti glavne funkcije i pokazati kako je svaka vezana sa drugim funkcijama eksplicitnom vezom. Sistem za vektorsku (FOC) kontrolu motora je dobar primer ovih međusobnih odnosa funkcija. Slika 2 prikazuje tipičan blok dijagram toka signala kod upravljanja AC indukcionog (ACI) motora. Ovo je korisno predstavljanje, i nalazi se u mnogim tekstovima o kontroli motora [2, 3]. Ipak, nekoliko ograničenja je primetno kada se krene sa realizacijom ovog dijagrama u obliku softvera.

Nije jasno kako su softverske promenljive povezane sa parametrima signala na dijagramu, niti gde se u softveru ovi parametri mogu naći. Štaviše, granica između softvera i hardvera je nejasna. Usvajanjem modularne strategije i

Milan Stefanović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, e-mail: milan.stefanovic87@gmail.com

Igor Jovanović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, e-mail: igor_j@elfak.rs

uvođenjem nekih jasnih definicija, klasični blok dijagram sa slike 2 se može preurediti i iznova nacrtati kako bi se otkrila velika količina informacija o samom softveru koji se koristi za implementiranje takvog sistema. Ovaj novi stil se može videti na slici 3.



Slika 2. Strukturni blok dijagram FOC sistema sa ACI motorom

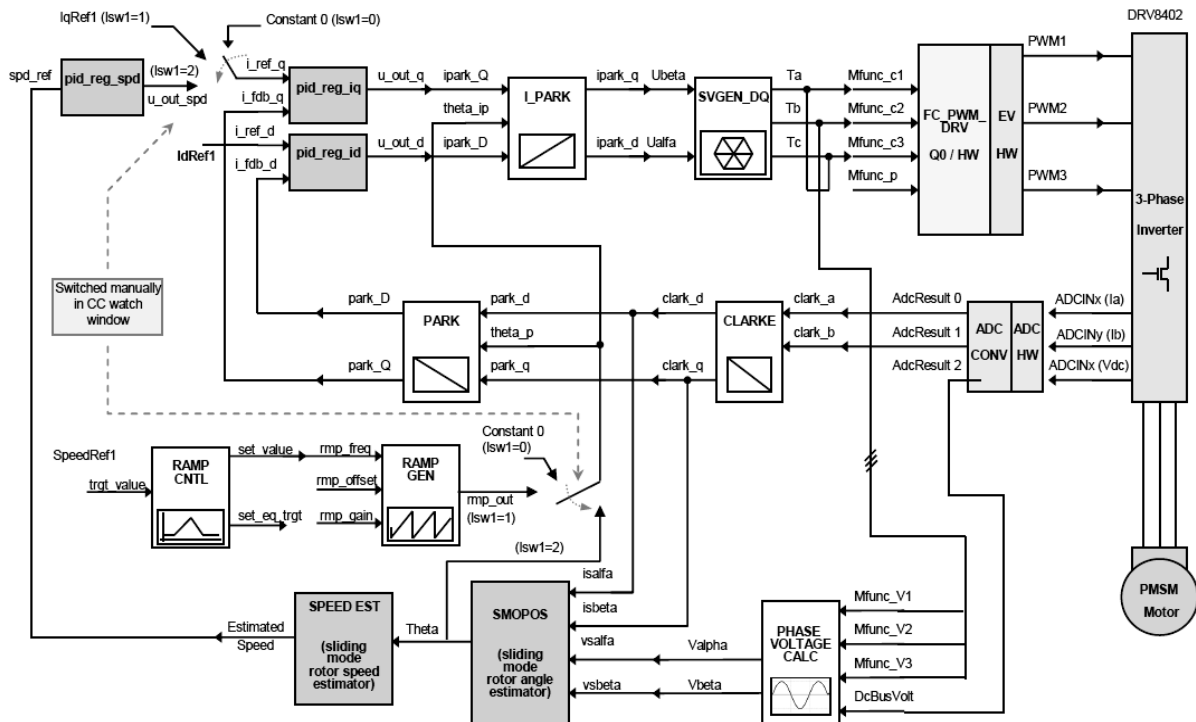
Blok dijagram sistema ima jasno jednoznacno preslikavanje na modularni sistemski softver. Grafik svakog modula ili bloka predstavlja samostalnu softversku funkciju ili objekat sa istim imenom. Ulazni i izlazni terminali odgovaraju globalnim promenljivama u okviru softverskih funkcija. Moduli su kategorisani (nijansama sive), kako bi se jasno razdvojile zavisnosti od periferija i ciljnog hardvera. Veze između modula prikazuju protok podataka preko odgovarajućih U/I promenljivih.

Na slici 2 prikazana je osnovna blok šema FOC kontrole motora. Mere se dve struje motora, i_{sa} i i_{sb} . Izmerene vrednosti se dovode modulu za Clarke transformaciju. Izlazi ove projekcije su označeni sa $i_{s\alpha}$ i $i_{s\beta}$. Ove dve komponente struja su ulazi Park transformacije koja daje struju u d, q rotirajućem referentnom sistemu. Komponente i_{sD} i i_{sQ} se upoređuju sa referencama i_{sdref} i i_{sqref} . Kontrolna struktura pokazuje zanimljivu prednost: može se koristiti za kontrolu bilo sinhronih, bilo motora sa stalnim magnetom (PM motori) jednostavnom promenom referentnog fluksa i merenjem pozicije fluksa rotora.

Kod sinhronih motora sa stalnim magnetom, fluks je određen magnetima i nema potrebe da se računa, pa i_{sdref} treba postaviti na nulu. Pošto je asinhronim PM motorima neophodno stvaranje fluksa rotora, referentni fluks ne sme biti nula. Ovo rešava jedan od najvećih problema klasičnih kontrolnih struktura, kompatibilnost sa asinhronih na sinhronu motore. Izlazi regulatora struja su V_{sdref} i V_{sqref} , i oni predstavljaju komponente vektora napona statora u (α, β) stacionarnom ortogonalnom referentnom sistemu. Ovo su dalje ulazi u PWM blok. Izlazi iz PWM bloka su signali koji pokreću invertor.

III REALIZACIJA SISTEMA

Motor Control and PFC Developer's Kit sadrži matičnu ploču koja može prihvatiti bilo koji procesor iz C2000 serije. Ova razvojna platforma je podeljena na stepen za korekciju faktora snage (PFC) i dva identična trofazna invertorska stepena.



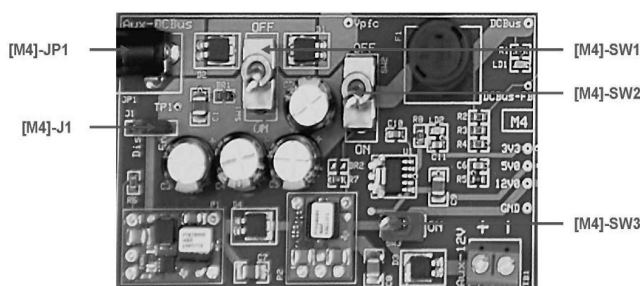
Slika 3. Sistemski blok dijagram FOC sistema sa ACI senzorima koji prikazuje jasno jedan-na-jedan mapiranje hardvera na softver, koji je aktivan na najvišem inkrementalnom nivou

Na slici 1 prikazan je izgled celog sistema povezanog sa PC-jem i sa beskolektorskim motorom jednosmerne struje (BLDC motor) BLY172S [4]. Na njoj se mogu pokrenuti aplikacije koje zahtevaju:

- Kontrolu bez senzora dva PM motora uz pomoć DRV8402 IPM modula;
- Posedovanje PFC bloka koji uz svoju normalnu funkciju reguliše i DC magistralu;
- Digitalnu kontrolu sa zatvorenom petljom uz pomoć C2000 PWM i ADC periferije;
- Izolovanu JTAG emulaciju na ploči;
- Prenaponsku i prekostrujnu zaštitu za PFC stepen i prekostrujnu zaštitu za svaki invertorski stepen;
- Izolovanu USB serijsku komunikaciju, dostupnu host kontroli.

Razvojna platforma je podeljena na više makro blokova sa zasebnim funkcijama. Komponente su obeležene sa brojem njihovog makro bloka u zagradi.

Na početku, prekidači [M4]-SW1, [M4]-SW2 i [M4]-SW3 prikazani na slici 4 moraju biti u „Off” položaju. A [M4]-J1 u „En” položaju.



Slika 4. Izgled makro bloka za napajanje sistema

Konektor [Main]-J5 treba da ima tri odgovarajuće prikačena kratkospajanja, [Main]-J6 dva odgovarajuće prikačena kratkospajanja i da je na [Main]-J7 prikačen kratkospajnač na DCbus-FB poziciju. Takođe, mora postojati kratkospajnač i na [M1]-J4.

Na kontrolnoj kartici Piccolo F28035, SW1 na početku mora biti u „Off” poziciji i da su na SW2 prekidači 1 i 2 na „On” poziciji.

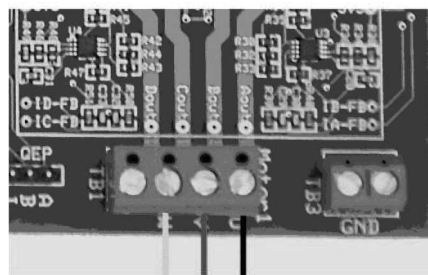
Povezivanje motora se vrši kao na slici 5. Kablove motora treba vezati na U, V i W terminale na [Main]-TB1 i [Main]-TB2, respektivno.

Napajanje od 24Vdc se povezuje na [M4]-JP1 i uključuje [M4]-SW1. Ovo će omogućiti da se snaga šalje do dva prekidača na [M4]. Uključivanjem [M4]-SW2 se omogućuje da se DC snaga šalje na invertorske stepene. Uključivanje [M4]-SW3 dozvoljava generisanje napona od 12V, 5V i 3.3V.

USB se povezuje na konektor [M1]-JP1. Ovo se mora uraditi nakon uključivanja razvojne ploče. Na ovaj način se dopušta izolovana JTAG emulacija C2000 uređaju.

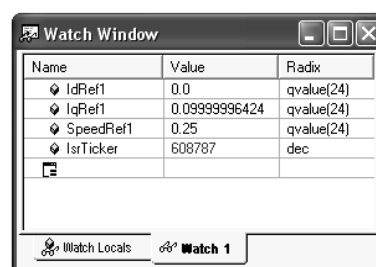
Posle učitavanja programa i resetovanja mikrokontrolera u CCS je potrebno startovati *watch window* i dodati odgovarajuće promenljive (slika 6) [5, 6].

CCS program poseduje modul koji ima mogućnost crtanja grafika vremenski promenljivih vrednosti registara.



Slika 5. Izgled makro bloka i način priključivanja motora

Da bi se pokrenuo sistem sa mogućnošću kontrole u realnom vremenu preko CCS-a neophodno je omogućiti Real-time Mode, kao i opciju kontinualnog osvežavanja informacija (Global Continuous Refresh).



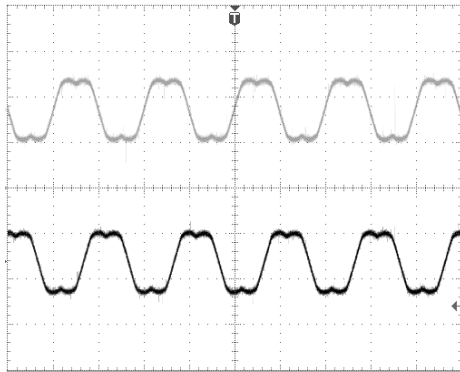
Slika 6. Watch window CCS programa za kontrolu promenljivih

Na prvom inkrementalnom nivou se može proveriti rad blokova za inverznu Park-ovu transformaciju (I_PARK) i generatora signala za upravljanje PWM modulom (SVGEN). Pre puštanja u rad, u kodu treba definisati inkrementalni nivo, naredbom `#define BUILDLEVEL LEVEL1`. Nakon startovanja koda promenljivu „EnableFlag” treba postaviti na 1 i od tog trenutka vrednost promenljive „IsrTicker” bi trebalo da raste sa svakim novim interaptom (prekidom). Deo sistema koji je aktivan na ovom nivou obuhvata sledeće blokove sa slike 3: `pc_pwm_drv`, `svgen_dq`, `i_park`, `ramp_gen` i `ramp_cntl`. Osciloskopom se na ploči na test tačkama (VA-FB, VB-FB, VC-FB) može proveriti ispravnost rada invertora.

C2000 mikrokontroleri imaju i D/A konvertore. To je velika prednost jer pruža mogućnost posmatranja bilo kog stanja registra na osciloskopu. Naravno, izlaz iz D/A konvertora povezan je prvo na NF RC filter. Na ploči su komponente filtra vrednosti 470Ω i 470nF, što daje graničnu frekvenciju filtra od $f_c = 720.85\text{Hz}$. Na slici 7 prikazani su talasni oblici napona sa izlaza iz D/A konvertora koji predstavljaju vrednosti Ta i Tb registara.

Na drugom inkrementalnom nivou se povezuje motor, i proverava rad blokova za A/D konverziju, prekidačkih modula i invertora. Pre puštanja u rad, treba postupiti kao i u predhodnom slučaju, u kodu treba definisati

inkrementalni nivo, naredbom `#define BUILDLEVEL LEVEL2`. Nakon startovanja koda promenljivu „EnableFlag“ treba postaviti na 1 i od tog trenutka vrednost promenljive „IsrTicker“ bi trebalo da raste sa svakim novim interaptom (prekidom). Deo sistema koji je aktivan na ovom nivou uz blokove sa prvog inkrementalnog nivoa sadrži i sledeće blokove: `adc_conv`, `clarke`, `park` i `phase_voltage_calc`.



Slika 7. Talasni oblici napona VTa i VTb sa izlaza iz D/A konvertora

Na ovom nivou je neophodno izvršiti kalibraciju ofseta fazne struje. Ovo se radi tako što se promenljive `IdRef1`, `IqRef1` i `SpeedRef1` postave na nulu, kod se ponovo kompajlira, učita u mikrokontroler i pokrene u Real-Time modu. Idealno je da fazne struje budu nula, a za to je potrebno da struje `clarke1.As` i `clarke1.Bs` budu manje od 0.001. Ako to nije slučaj, onda se u kodu, na liniji:

```
clarke1.As=_IQ15toIQ((AdcResult.ADCRESULT0<<3)-
_IQ15(0.50))<<1;
```

mora prilagoditi vrednost `IQ15(0.50)` na npr. `IQ15(0.5087)` ili `IQ15(0.4988)` u zavisnosti od znaka i vrednosti ofseta struje.

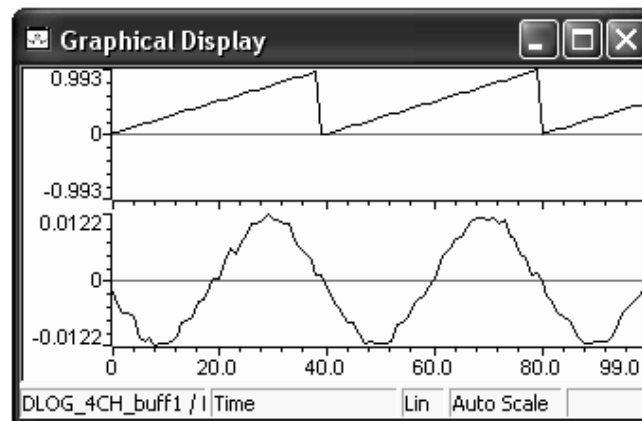
Kada se završi testiranje svih osnovnih makro blokova, testira se regulator brzine (`PID_REG3`) pri zatvorenoj strujnoj petlji. Sistemska brzinska petlja se zatvara tako što se koristi merena brzina rotora umesto računate brzine.

Promenljiva „`lsw1`“ predstavlja tzv. soft-switch koji vrši prebacivanje između strujne i brzinske petlje. Za vrednost `lsw1=0` motor ostaje zaključan, za vrednost `lsw1=1` zatvara se strujna petlja i za vrednost `lsw1=2` zatvara se brzinska petlja. Kada se postavi `lsw1=1` motor počinje da ubrzava. Kada talasni oblik `smo1.Theta` postane testerastog oblika (slika 8) `lsw1` se postavi na 2, tj. zatvara se brzinska petlja uz pomoć algoritma za bez-senzorsko upravljanje. Od tog trenutka sistem je testiran, kalibrisan i spreman za upotrebu.

IV ZAKLJUČAK

Danas na tržištu postoje alati koji omogućuju razvojnim inženjerima da brzo odrede procesne resurse koji su neophodni za implementaciju osnovne kontrole motora.

Sa ovom osnovom, veoma je lako uvesti napredne algoritme za veću preciznost, bolje performanse i veću efikasnost napajanja, kontrolu većeg broja motora ili digitalnu korekciju faktora snage, i puno drugih opcija. Na ovaj način, inženjeri mogu razvijati sisteme koji su posebno optimizovani za ograničenja i zahteve aplikacija. U ovom radu prikazani su eksperimentalni rezultati dobijeni puštanjem u rad i testiranjem rada razvojne platforme TMS320C2000 za upravljanje motorima.



Slika 8. Talasni oblik signala sa izlaza iz SMO modula, ako je ulaz prva (A) fazna struja, bez opterećenja motora

Digitalna kontrola motora je od samog početka predstavljala veliki izazov. Iako su tehnike digitalne kontrole i dostupnost brzih mikrokontrolera učinili inženjerima život lakšim, visoko nelinearni modeli motora, dizajniranje i podešavanje više kontrolnih petlji, intenzivni matematički algoritmi, parametarska i temperaturna zavisnost i kompleksne softverske strukture i dalje imaju potencijala da uspore razvoj.

ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u okviru projekata TR33035 i III43014.

LITERATURA

- [1] *TMS320C2000™ Systems Applications Collateral*, Texas Instruments Incorporated, April 2010.
- [2] B.Akin, B.Larimore, „Sensorless Field Oriented Control of Multiple Permanent Magnet Motors“, *Texas Instruments Incorporated*, Ver. 1.2, April 2010.
- [3] B.Mitraković, *Asinhrona mašine*, Naučna knjiga, Beograd, 1986.
- [4] <http://www.anaheimautomation.com/products/brushless/brushless-motor-item.php?sID=143&pt=i&tID=96&cID=22>
- [5] *Code Composer Studio v3.3 Quick Start Guide*, Texas Instruments Incorporated, June 2009.
- [6] *Code Composer Studio Development Tools v3.3*, Texas Instruments Incorporated, October 2006.

Realizacija igre Missile Invader na LED matrici pomoću PIC mikrokontrolera

A. Ilić, M. Marjanović

Sadržaj - U ovom radu objašnjen je princip projektovanja matričnog LED displeja koga pokreće mikrokontroler (bez standardno korišćenih kola, kao na pr. shift registara). Matrični LED displej iskorišćen je za realizaciju igre Missile Invader.

I. IGRA MISSILE INVADER

Igru Missile Invader napravila je kompanija *Bandai Entertainment*, 1980. godine u vidu prenosive konzole (slika 1). Missile Invader napravljen je po uzoru na popularnu igru Space Invaders [1]. Kada se pojavila, igra je bila veoma populara i doprinela je razvoju video igara na globalnom nivou.



Slika 1. Konzola Missile Invader

Missile Invader realizovan u ovom radu urađen je po uzoru na originalnu igru [2]. Korisnički interfejs igre Missile Invader sastoji se iz displeja na kome se prikazuju svemirski brodovi igrača i neprijatelja, tastera za kretanje i ispaljivanje metka. Rezultat se prikazuje na sedmosegmentnom displeju. Igra počinje pritiskom na taster za pucanje. Igrač ima 4 broda na raspolaganju, nakon uništenja jednog broda igra se nastavlja sa narednim, dok ne budu iskorišćeni svi brodovi. Neprijateljski svemirski brod je uništen kada ga pogodi metak koga ispaljuje igrač. Gornji neprijateljski brod je matični i ne ispaljuje metke, za njegovo uništenje dobija se 6 bodova. Ispod njega nalazi se brod koji gađa igrača i za njegovo uništenje igrač dobija 1

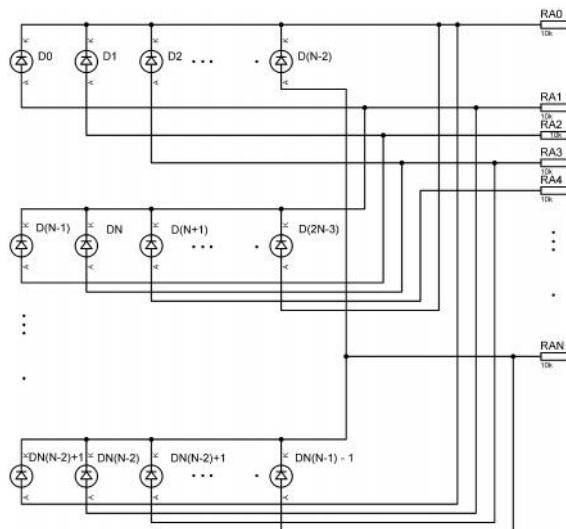
bod. Pri uništenju maticnog broda uništava se i manji brod. Kada igrač izgubi sve brodove, igra se restartuje.

II. MATRIČNI LED DISPLEJ

Na n pinova mikrokontrolera može se povezati $(n-1) \cdot n$ LED-ova (slika 2), tako da svaku diodu uključuje jedinstvena kombinacija kontrolnih signala [3]. Ovakva LED matrica ima broj stanja N određen jednačinom:

$$N = \sum_{i=0}^{n \cdot (n-1)} \binom{n \cdot (n-1)}{i}, \quad (1)$$

pri čemu je i -ti član sume broj različitih stanja u slučaju kada je uključeno i od ukupno $(n-1) \cdot n$ LED-ova. Izlazi mikrokontrolera mogu imati tri stanja, pa se sa n izlaza može adresirati 3^n stanja. Da bi se oformila matrica od 28 dioda potrebno je iskoristiti najmanje 6 pinova. Ovakva matrica ima 268.435.456 stanja, dok 6 kontrolnih signala dozvoljavaju adresiranje 729 stanja. Dakle, potrebno je koristiti veći broj izlaza mikrokontrolera što zahteva složeniji kontroler i povećava cenu uređaja ili, kao što je to učinjeno u ovom radu, koristiti tehniku vremenskog multipleksiranja.

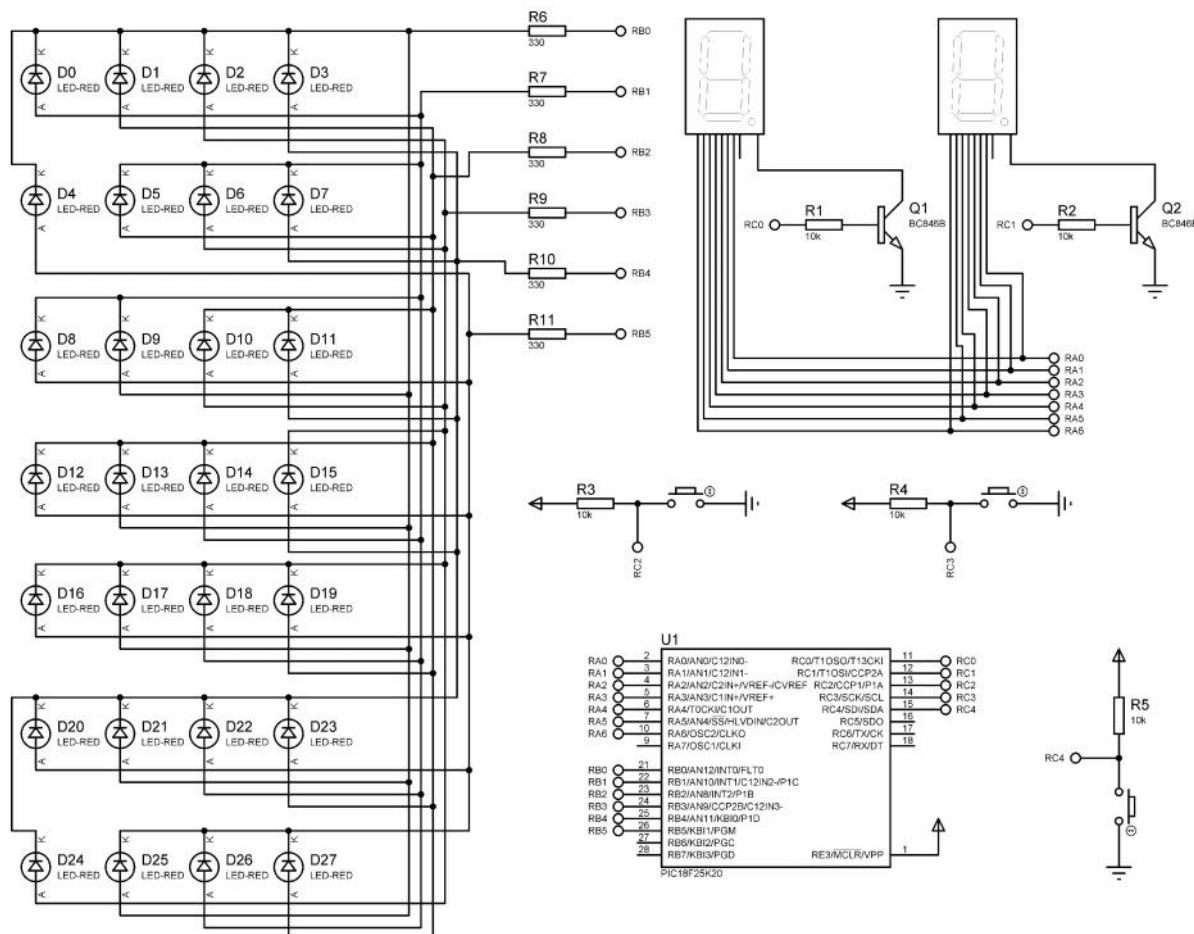


Slika 2. LED matrica reda $(n-1) \times n$

Aleksandar Ilić i Miloš Marjanović su studenti na smeru Mikroelektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: aca@elfak.rs, m_milos@medianis.net

Da bi se tehnika vremenskog multipleksiranja mogla uspešno primeniti potrebno je diode iz matrice podeliti u grupe takve da se sve diode koje pripadaju istoj grupi mogu istovremeno kontrolisati nezavisno jedna od druge, bez uticaja na diode van grupe. Takvu grupu činiće sve diode kojima je jedna od elektroda vezana za isti izlaz mikrokontrolera. Za zajedničku elektrodu odabrana je katoda. Sve diode iz jedne vrste LED matrice na slici 2 pripadaju istoj grupi.

Ako se grupe ovako odaberu istovremeno se uključuju diode iz samo jedne grupe pri čemu se na zajedničku katodu grupe dovodi logička nula, a svaka dioda iz grupe se uključuje dovođenjem logičke jedinice na njenu anodu. Pri tome ni jedna dioda koja ne pripada grupi neće imati logičku nulu na svojoj katodi te uslovi za njihovo uključivanje neće biti ispunjeni. Za n pinova, $(n-1) \cdot n$ dioda moguće je podeliti u n grupa koje sadrže $n-1$ diodu.



Slika 3. Električna šema uređaja

A. Hardverski opis LED matrice

Za realizaciju igrice korišćeno je 6 kontrolnih signala kojima se kontroliše 28 LED-ova u 5 ciklusa multipleksiranja. Po potrebi, mogu se kontrolisati još 2 LED-a bez angažovanja dodatnih pinova mikrokontrolera, jer se sa 6 signala može kontrolisati 30 dioda. Realizovana LED matrica za potrebe igre prikazana je na slici 3. Može se primetiti da elementi svih vrsta ne pripadaju istoj grupi jer je red matrice 4x7 a grupe imaju po 5 elementa. LED matrica reda 5x6, koja je za potrebe igrice preuređena u

matricu reda 4x7, može se oformiti tako što se katode dioda iz nulte grupe povežu na nulti izlaz nekog porta mikrokontrolera, a anode kontrolišu redom izlazima od prvog do petog. Zajednička katoda prve grupe se povezuje na prvi izlaz, a nulta dioda iz grupe se sada kontroliše drugim izlazom itd, dok se poslednja dioda iz grupe kontroliše nultim izlazom. Diodi i grupe su numerisane počev od nule zbog pogodnosti koje taj vid numeracije pruža.

B. Softver za pokretanje LED matrice

Slika će biti prikazana na LED matrici ukoliko se u vremenskom periodu od oko 40 ms (koliko približno iznosi

osetljivost ljudskog oka) [6] prikažu u jednakom trajanju sve grupe dioda. To je postignuto upotrebom interapta (prekida) koji se aktivira tajmerom, a vreme između dva interapta je podešeno na 2 ms. Kako ima 5 grupa dioda, interapti su numerisani brojačem od 0 do 4, koji se nakon toga resetuje. U i -tom interaptu je potrebno i -ti izlaz mikrokontrolera postaviti na logičku nulu, a ostale izlaze na logičku jedinicu ili u stanje visoke impendanse, u zavisnosti od toga da li dioda treba da bude uključena ili ne. Vrednosti koje treba postaviti na izlaze mikrokontrolera u interaptu čuvaju se u kontrolnim promenljivama koje su definisane za svaku grupu. Pri tome vrednosti TRIS i PORT registara koje odgovaraju izlazima koji se ne koriste za pokretanje matrice treba da ostanu nepromenjene. Ovo je postignuto tako što se, pre upisa novih vrednosti u ove registre, stare vrednosti koje odgovaraju trenutnim izlazima prepisuju u kontrolne promenljive.

Vrednosti kontrolnih promenljivih se ažuriraju u glavnoj programskoj petlji pozivajući funkcije “SetLed[Br]” i “ClearLed[Br]” čiji je argument Br redni broj diode u matrici u skladu sa slikom 3. Ove funkcije najpre utvrđuju u kojoj koloni i redu se LED nalazi. Na osnovu ovih podataka određuje se koji bit kontrolnog registra treba postaviti na jedinicu da bi se uključila željena dioda. Listing ovog dela koda prikazan je na slici 4.

```
SetLed:
RadniRed    = %000000000
Pop LedBr
BitBr       = LedBr // nn
RedBr       = LedBr / nn
Shift       = BitBr + RedBr

If Shift < n Then
    RadniRed = 1 << (Shift + 1)
Else
    RadniRed = 1 << (Shift - BrRedova + 1)
EndIf
Registar[RedBr] = ~RadniRed & Registar[RedBr]

Return
```

Slika 4. Deo koda, podprogram “SetLed”

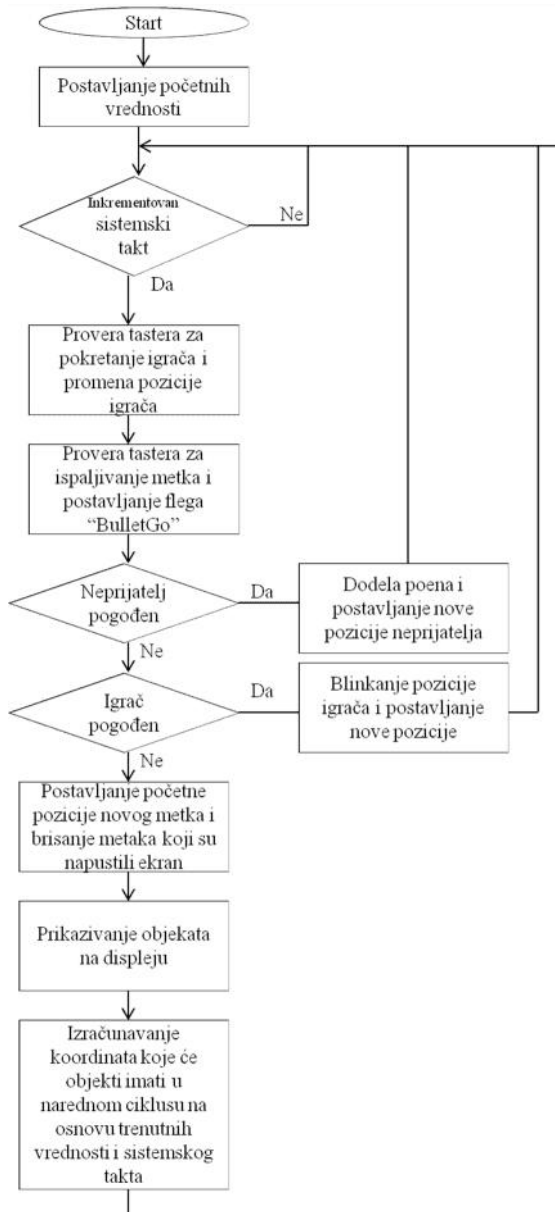
Broj izlaza na koji je povezana zajednička katoda i -te grupe jednak je rednom broju grupe, pa se nulta dioda grupe uključuje postavljanjem prvog bita, prva postavljanjem drugog, itd. Zbir (broj grupe + broj diode + 1) predstavlja redni broj bita koji treba setovati kako bi se uključila željena dioda. Samo prvih 6 bita kontrolne promenljive se koristi (u opštem slučaju je taj broj jednak broju kontrolnih signala) i u slučaju da je ovako dobijeni broj bita veći od 6 treba od njega oduzeti 6 da bi se dobila ispravna vrednost.

III. RAZVOJ IGRE

A. Softver

Za razvoj softvera za mikrokontroler korišćen je Proton IDE [5]. Radi sinhronizacije događaja uveden je

sistemski takt koji se inkrementuje svakih 20 ms pod uslovom da je u glavnoj programskoj petlji postavljen fleg da su izvršene sve operacije predviđene za taj takti ciklus. Za dobijanje ovog takta iskorišćen je interapt koji izaziva tajmer, a u interaptu se postavlja signal, na osnovu koga se inkrementuju taktne promenljive u glavnom programu kojih ima tri, jedna glavna i po jedna za metke neprijatelja i igrača koje su odvojene kako bi se resetovale po potrebi. Sve promene na displeju realizovane su pomoću podprograma za uključivanje i isključivanje određene diode u matrici. Pozicije svih objekata se čuvaju u dva seta promenljivih, u jednom se pamte trenutne, a u drugom stare pozicije objekata.



Slika 5. Konceptualni algoritam glavnog programa

Glavni program podeljen je u tri dela. U prvom delu se proverava da li trenutne pozicije objekata odgovaraju značajnim situacijama, kao što je pogodak neprijateljskog broda, udaranje metka u ivicu displeja, nastupanje vremena kada neprijatelj treba da isпали metak, itd. Pri prvom prolasku kroz petlju proveravaju se inicijalne pozicije. U drugom delu se nove pozicije ispisuju na displeju a stare brišu sa displeja, nakon čega se ispisane pozicije smeštaju u promenljive koje se koriste za pamćenje starih pozicija. U trećem delu se izračunavaju pozicije koje će objekti imati u sledećem ciklusu. Konceptualni algoritam glavnog programa prikazan je na slici 5.

Pokretanje metka vrši se u skladu sa taktom koji se dobija kao ostatak pri celobrojnem deljenju jedne od promenljivih, koja se inkrementuje u skladu sa sistemskim taktom, sa 4. Ovakva promenljiva će imati vrednost nula na svaka četiri inkrementovanja sistemskog takta, što se koristi kao fleg za promenu pozicije metka. Pri svakom ispaljivanju metka se taktna promenljiva resetuje kako bi se metak jednako zadržao na svim pozicijama.

Neprijateljski brod kreće se nepredvidljivo, nekad levo, nekad desno, pri čemu metke ispaljuje u nasumičnim intervalima. Za realizaciju ovih nasumičnih događaja korišćena je *Random* funkcija dostupna u ProtonIDE. Pri svakom utvrđivanju novog položaja neprijatelja poziva se ova funkcija: neprijatelj se pomera ulevo ako je bit najveće težine nasumično generisane promenljive jednak nuli, a udesno ukoliko je jednak jedinici. Ukoliko se neprijatelj nalazi uz ivicu displeja, generisanje nasumične vrednosti se preskače i neprijatelj se pomera ka sredini. Sva pomeranja rade se sinhrono sa sistemskim taktom podeljenim sa 20.

B. Hardver

Električna šema realizovane igre prikazana je na slici 3. Mozak igre je mikrokontroler 18F25K20 [6], proizvođača *Microchip*. Uređaj se napaja sa 12 V DC. Blok napajanja opisan je u [7].

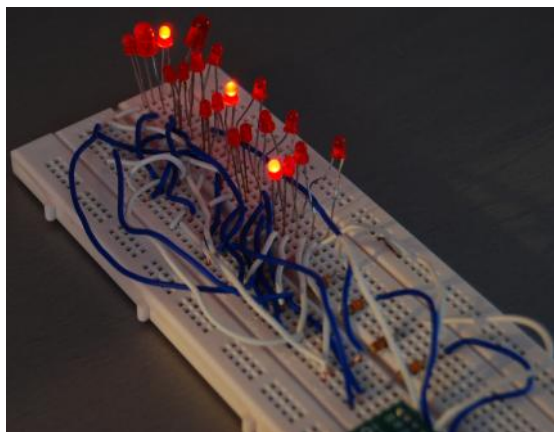
Igrač kontroliše svemirski brod predstavljen LED-om pomoću tri tastera koji omogućavaju pomeranje broda ulevo, udesno i ispaljivanje metka. Tasteri su jednim krajem povezani na pin mikrokontrolera koji je konfigurisan kao ulazni i istim krajem preko pull - up otpornika na napon napajanja, dok je drugi kraj tastera povezan na masu. Pritiskom tastera se ulaz mikrokontrolera obara na napon logičke nule, što se detektuje u glavnom programu.

Za prikazivanje rezultata koriste se dva sedmosegmentna displeja sa zajedničkom katodom (realizovana od diskretnih LED-ova) povezana na mikrokontroler. Rezultati se prikazuju primenom tehnike vremenskog multipleksiranja, izbor displeja na kome se u određenom ciklusu prikazuju rezultati vrši se aktiviranjem tranzistora koji spajaju zajedničku katodu displeja sa masom.

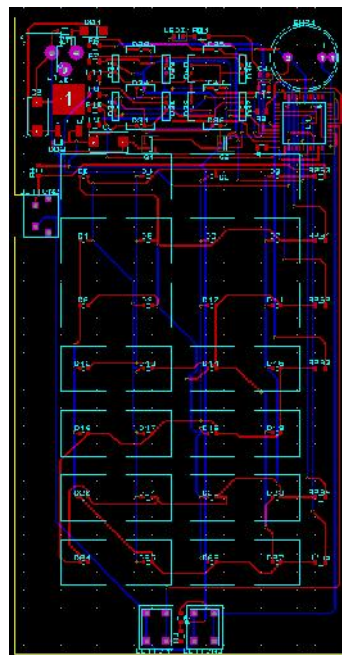
C. Izrada uređaja

Uređaj je razvijen i testiran u laboratorijskim uslovima. U fazi testiranja na proto ploči realizovana je LED matrica 4x5 (slika 6), a korišćeni su tasteri i sedmosegmentni displeji sa razvojnog okruženja EasyPIC® v7 [8], proizvođača *Mikroelektronika*.

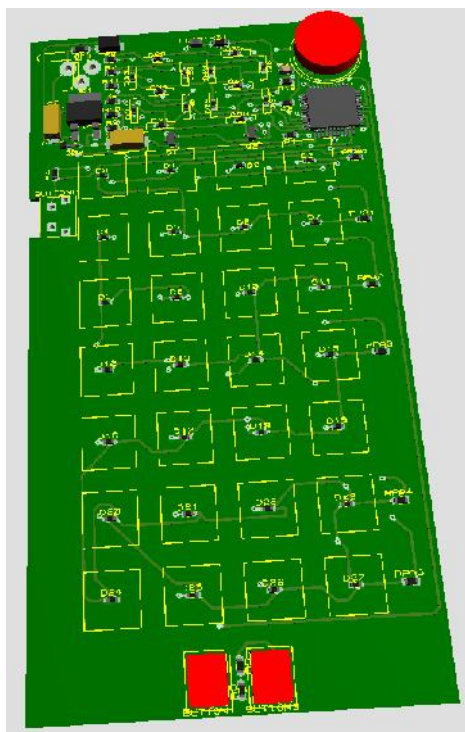
Projekat za štampanu ploču (PCB) sa LED matricom (4x7) i ostalom elektronikom urađen je u programu Proteus ARES Professional [9]. Prikaz PCB layouta dat je na slici 7, a 3D prikaz štampane ploče prikazan je na slici 8. 3D prikaz poprečnog preseka jedne ćelije LED matrice dat je na slici 9. Iznad svakog LED-a u matrici nalaze se sloj paus papira i folije na kojoj je odštampana sličica koja će se prikazivati kada dioda svetli.



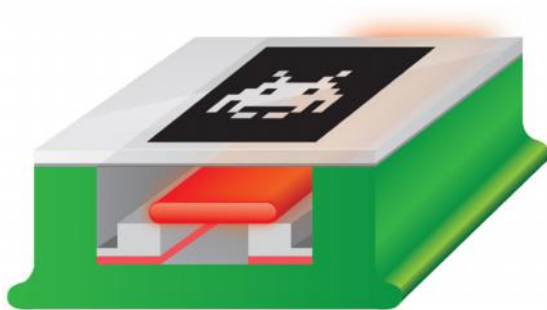
Slika 6. LED matrica realizovana na proto ploči



Slika 7. PCB Layout igre Missile Invader



Slika 8. 3D prikaz PCB-a igre Missile Invader



Slika 9. 3D prikaz poprečnog preseka jedne ćelije LED matrice

IV. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana realizacija igre Missile Invader na LED matrici pomoću mikrokontrolera. Korišćenjem matičnog LED displeja i tehnike vremenskog multipleksiranja značajno je smanjen broj potrebnih kontrolnih pinova, a samim tim i cena uređaja. Ostavljena je mogućnost nadogradnje, kao što je implementacija zvučnih efekata.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku, a posebno mr Ljubomiru Vračaru na stručnim savetima i korisnim sugestijama u izradi ovog rada.

LITERATURA

- [1] Space Invaders, članak. [On Line] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Space_Invaders
- [2] Missile Invader, video snimak. [On Line] Dostupno na: <http://www.youtube.com/watch?v=gP6x7mqqBDw>
- [3] Complementary LED Drive, App Note. [On Line] Dostupno na: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/91029a.pdf>
- [4] Persistence of Vision, članak. [On Line] Dostupno na: <http://www.mediacollege.com/glossary/p/persistence-of-vision.html>
- [5] Proton IDE, software. [On Line] Dostupno na: <http://www.protonbasic.co.uk>
- [6] 18F25K20, datasheet. [On Line] Dostupno na: <http://www.microchip.com>
- [7] M. Marjanović, D. Dimitrijević, S. Ilijin, V. Pantović, S. Ivković, "Uređaj za kontrolu uličnog osvetljenja", *IEEEESTEC- 4th Student Projects Conference*, Niš, 2011, pp. 1-4.
- [8] Mikroelektronika EasyPIC, PIC development board. [On Line] Dostupno na: <http://www.mikroe.com/easypic/>
- [9] Proteus ARES Professional, software. [On Line] Dostupno na: <http://www.labcenter.com>

Život i studije u Norveškoj

A. Đorđević, M. Ličanin

Sadržaj - U ovom radu biće opisan način studiranja u Norveškoj na Nacionalnom Univerzitetu za Nauku i Tehnologiju (The Norwegian University of Science and Technology - NTNU) u Trondhajmu. Iskustvo je stečeno na osnovu šestomesečnog boravka u Trondhajmu pod pokroviteljstvom Srpsko-Norveške stipendije. Biće opisane studentske aktivnosti, predisipitne i ispitne obaveze, kao i mogućnosti za stručnu praksu i zapošljenje.

I. UVOD

Norveški Univerzitet za Nauku i Tehnologiju (NTNU) pod ovim nazivom zvanično postoji od 1996. godine, i predstavlja drugi po veličini u Norveškoj. Nastao je ujedinjavanjem Norveškog Univerziteta za Tehnologiju, osnovanog 1910. godine, Fakulteta Nauke i Umetnosti, Muzeja Nacionalne Istorije i Arheologije, Medicinskog Fakulteta, Trondhajmske akademije lepih umetnosti i Trondhajmskog muzičkog konzervatorijuma. Od poznatih ljudi koji su diplomirali na ovom univerzitetu mogu se izdvojiti: Fred Kavali, vlasnik "Kavali" korporacije vodeće u svetu za proizvodnju senzora za aeronautiku i automobilsku industriju, Ivar Giaever, dobitnik Nobelove nagrade za otkrića vezana za "Tunel efekat" u superprovodnicima, Lars Onsager, dobitnik Nobelove nagrade u oblasti hemije, i mnogi drugi



Slika 1. Centralna zgrada univerziteta

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

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

Danas Univerzitet broji 7 fakulteta sa 53 katedre i brojne istraživačke centre, biblioteke kao i savremene laboratorije. Godišnje se za studije prijavi oko 80 000 studenata od kojih četvrtina u proseku upisuje željeni fakultet. Studentima su na raspolaganju 30 različitih master programa na engleskom jeziku, tako da veliki broj njih dolazi iz gotovo svih krajeva sveta. NTNU ima saradnju sa više od 50 različitih institucija i univerziteta širom sveta, iz čega proizilazi veliki broj stipendija i sufinansiranja za studente. Fakulteti sličnih delatnosti su razmešteni po kampusima kojih ima na nekoliko lokacija u gradu. Oko kampusa se uglavnom nalaze tzv. Studentska Sela, ili studentska naselja. Ovakva naselja su u službi studentskih organizacija pri univerzitetu, a apliciranje za smeštaj slično je poput prijave za studentski dom u Nišu.

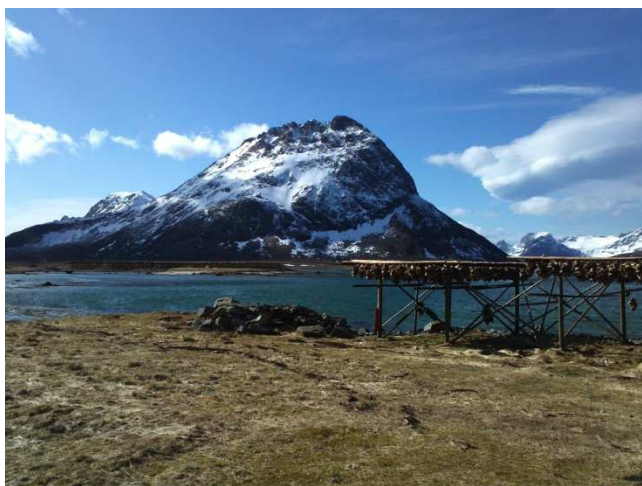


Slika 2. Zima i dolazak proleća u studentskom naselju Moholt

Sa Srbijom NTNU je preko Univerziteta u Nišu ostvario saradnju na osnovu koje se godišnje 30 studenata u periodu od 6 meseci školuje u Trondhajmu. Stipendija pokriva troškove studiranja i života u Trondhajmu, kao i troškove prevoza, zdravstvenog osiguranja i viziranje pasoša. Saznavši za ovu mogućnost, a imajući u vidu naše interesovanje u toku studija, odlučili smo da se prijavimo na konkurs. Naime, u toku studija smo se zainteresovali za oblast akustike, a činjenica da su skandinavske zemlje jedne od vodećih u toj oblasti, još više nam je dala motivaciju.

II. VODIČ KROZ TRONDHAJM

Po mišljenju mnogih studenata, Trondhajm je najbolji studentski grad u Norveškoj. Ovu titulu zaslužio je raznolikim aktivnostima koji su studentima na raspolaganju. Poseta interaktivnom muzeju, odlazak u 3D bioskope, zabava u vodenom parku ili izlet u botaničkoj bašti samo su primeri kako se može iskoristiti slobodno vreme. Na univerzitetu postoji nekoliko studentskih organizacija koje su zadužene za organizovanje brojnih manifestacija koje podstiču upoznavanje i druženje studenata iz gotovo svih krajeva sveta. Organizuju se brojne ekskurzije, kako u okolini Trondhajma, tako do ostalih krajeva Norveške, koja se po prirodnim lepotama može smatrati jednim od lepših regiona Evrope. Vredno je napomenuti mogućnost posete Lofoten arhipelagu i fjordovima na zapadu zemlje, nastalim usled erozije zemljišta kretanjem glečara. Ovo je ujedno najveća turistička atrakcija i najlepší deo zemlje. U zimskom periodu, posebno u srednjim i severnijim predelima zemlje, moguće je posmatrati jedan od najčudesnijih prirodnih fenomena, Aroru Borealis. Za posmatranje ove prirodne pojave poželjno je izaći van naseljenih mesta i otići što severnije jer se tada pored najčešće zelene svetlosti može opaziti svetlost čitavog spektra duginih boja.



Slika 3. Lofoten

U gradu se nalazi veliki broj muzeja i više istorijskih spomenika koje vredi posetiti. Među popularnim muzejima mogu se istaći interaktivni muzej nauke, i interaktivni muzej pop i rok muzike, "Rockheim".



Slika 4. Interaktivni muzej nauke



Slika 5. Interaktivni muzej pop i rok muzike

Studenti takođe mogu posetiti katedralu Nidaros koja je ujedno i najsevernija katedrala na svetu. Izgrađena je 1070. godine nad grobnicom Svetog Olava. Još jedna od zanimljivih građevina nalazi se na ostrvu Munkholmen, nadomak Trondhajma. Kroz vekove ovo zdanje korišćeno je za različite namene. U 11. veku na ostrvu je izgrađen manastir, jedan od prvih u Skandinaviji, odakle i potiče naziv Munkholmen - "Ostrvo Monaha". 1658. manastir postaje zatvor u kome je bio utamničen jedan od najpoznatijih ličnosti Skandinavije, Norveški i Danski ustavotvorac, Grof Peder Šumaher Grifendfeld. U toku Drugog Svetskog Rata na ovom mestu se nalazila Nacistička bolnica.



Slika 6. Nidaros katedrala (levo) i Munkholmen (desno)

Najpoznatiji pejzaž Trondhajma je pogled sa Mosta Sreće, na šarene kućice na reci Nidelven. Sa mosta se pruža pogled na zgradu univerziteta i Trondhajmsku kulu, sa koje se tokom nacionalnih praznika iz topova ispaljuju plotuni.



Slika 7. Most Sreće



Slika 8. Pogled na reku Nidelven sa mosta sreće u Trondhajmu

Jedna od najbitnijih stvari za studente je noćni provod i slobodno vreme. Kako u gradu ima dovoljan broj kafića, restorana, diskoteka i pabova, zabave može biti za svačiji ukus. Studentske organizacije često prave tematske žurke i maskembale, organizuju sportske i kulturne manifestacije itd. Kako se grad nalazi na samo 500 km od polarnog kruga, zimski sportovi su najpopularniji vid fizičkih aktivnosti. Moguće je iznajmiti zimsku opremu, za sankanje, skijaško trčanje ili slalom. U okolini grada postoji veliki broj skijaških staza, dako da je druženje moguće i uz rekreaciju. Jedna od zanimljivih mogućnosti je iznajmljivanje planinarskih kućica van grada. One se obično iznajmljuju od strane više studenata, a za odlazak je neophodna zimska i navigaciona oprema, kao i osnovno poznavanje snalaženja u prirodi.

Sve ove manifestacije odličan su primer nevažnosti razlika između ljudi, u nacionalnom rasnom ili verskom pogledu. To treba služiti kao uzor za sve ljude kako bi se iskorenio fenomen različitosti koje nam današnje društvo svakodnevno nameće.

III. AKADEMSKE AKTIVNOSTI

Prilikom popunjavanja prijave za stipendiju, u aplikaciji postoji sekcija u kojoj treba navesti ispite koje bi student slušao u Norveškoj. Nazivi i šifre ispita mogu se naći na sajtu univerziteta. Kako smo saznali po dolasku u Trondhajm, ova lista mogla je biti promenjena shodno rasporedu časova i u dogovoru sa profesorima. Svi ispiti koji se slušaju na NTNU su izborni, tako da student tokom studija može sebe po želji usmeravati ka oblastima koji su mu najzanimljiviji, i čima bi kasnije hteo da se bavi. U toku prvih mesec dana, po početku semestra moguće je pohađati proizvoljan broj predmeta iz različitih oblasti, a po isteku ovog perioda neophodno je prijaviti se za minimalno četiri ispita. Prijava, komunikacija sa profesorom i sve informacije mogu se razmenjivati preko studentskog web portala univerziteta pod nazivom "Its Learning" koji se kako smo saznali koristi kao komunikaciono sredstvo na više univerziteta u Evropi.

A. Aktivnosti

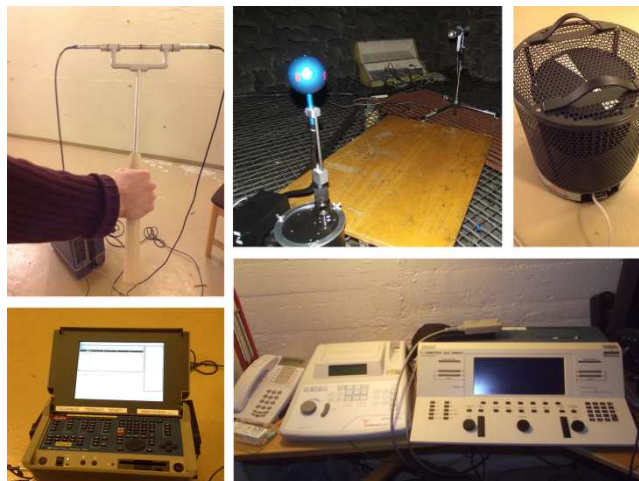
Kao i u Srbiji predavanja su organizovana na isti način gde profesor predaje usmeno, piše na tabli i koristi projektor i video prezentacije. Predavanja se održavaju svakog dana i nisu obavezna ali je veoma važno prisustvovati jer je tempo prolaska kroz gradivo izuztno brz, a i razumevanje laboratorijskih vežbi je nepotpuno bez teoretske osnove. Sistem studiranja je organizovan tako da se od studenata zahteva kontinualnost u radu tokom semestra, da bi izlazak na sam ispit bio uopšte moguć. Od predmeta koje smo slušali, nijedan nije uključivao računске vežbe, iako je na jednom ispitu bilo zadataka. Posle svake predane oblasti, iz predmeta Audio Tehnologije (Audio technology) asistent je slao domaće zadatke elektronskom poštom svim studentima u grupi. Izrada domaćeg zadatka

nije bila obavezna, ali su samo studenti koji su probali da reše zadatke i to poslali asistentu, dobijali postupno rešenje sa komentarima vezanim za zadatak. Kasnije su slični zadaci bivali na ispitu.

B. Laboratorijske vežbe

U toku navedenog perioda, iz većine predmeta dominiraju samo predavanja, a posle prijave za predmet počinju laboratorijske vežbe i druge predispitne obaveze. U zavisosti od predmeta i predmetnog profesora, postoji različiti broj laboratorijskih vežbi koje su manje više koncipirane na sličan način. Cilj svake vežbe je da verno pokaže praktičnu realizaciju teoretskih principa koje profesor izlaže na predavanjima. U toku semestra, iz 2 predmeta, imali smo 9 laboratorijskih vežbi koje su nam predstavljale najveći deo studentskih aktivnosti tokom semestra. Izrada jedne laboratorijske vežbe u proseku traje 2-3 nedelje. U prvoj nedelji profesor predaje teorijske principe koji su neophodni za razumevanje vežbe, a posle predavanja zakazuju se termini u laboratorijama i vrši podela studenata po grupama od 2-3 studenata. Jedan od predmeta sastojao se od 6 laboratorijskih vežbi (Merne Tehnike u Akustici - Acoustical Measurement techniques) od kojih se svaka odnosila na jednu oblast akustike. Za svaku od njih, predavanja je držao profesor koji je najstručniji u oblasti akustike na koju se vežba odnosi. Posle podele po grupama, na sajtu univerziteta, pod sekcijom za akustiku mogla se preuzeti teorijska postavka vežbe, kao i uputstvo i zadaci za njenu samu realizaciju.

U nekoliko slučajeva, što opet zavisi od profesora zaduženog za ocenu vežbe, bilo je, pre realizacije iste, neophodno uraditi domaći zadatak kao pripremu. Ovakav zadatak uglavnom predstavlja simulaciju parametara, veličina, zakona i događaja sa kojima će se student susretati u laboratoriji, i koji su od vitalnog značaja za razumevanja ponekad veoma kompleksnih procesa. Za svaku ovakvu pripremu piše se kratak izveštaj sa rezultatima i osnovnim zaključcima i zapažanjima, i predaje ne kasnije do dan pre odlaska u laboratoriju. Neposredno pre početka merenja predmetni asistent studentima ukratko objasni vežbu i način koršćenja merne opreme.



Slika 9. Oprema u laboratorijama

Treba naglasiti da je oprema kojom studenti rukuju veoma skupa, tako da je pravilno rukovanje izuzetno važno. Vreme predviđeno u laboratoriji za svaku grupu kreće se između 3 i 5 sati, posle čega dolazi nova grupa.



Slika 10. Postavka laboratorijskih vežbi u anehoičnoj prostoriji



Slika 11. Mali studentski projekat

Posle završenih merenja neophodno je napisati opširan izveštaj po određenoj formi. Rok za predaju izveštaja je strogo definisan i u koliko se bez saglasnosti profesora, u vanrednim okolnostima, ne ispoštuje, vežba neće biti ocenjena. Ukoliko svi izveštaji nisu predati student ne može izaći na ispit. Izveštaji se boduju od 0 do 2 poena, a broj bodova zavisi od kvaliteta prezentovanih zaključaka, intuitivnosti i uloženog truda.



Slika 12. Merenja u toku laboratorijske vežbe



Slika 13. Rad u grupi

IV. ISPITI

U toku ispitnog roka na NTNU, upoznali smo se sa 4 načina polaganja ispita, od kojih su neki identični sa srpskim sistemom obrazovanja. Jedan od predmeta (Akustika u Pomorstvu II - Marine acoustic II) se polagao se usmeno, što je na srpskim univerzitetima već poznata praksa. Kod predmeta Audio Tehnologije, laboratorijske vežbe su nosile trećinu ocene, dok se teorijski deo polagao na ispitu. Sam čin polaganja pisanog dela ispita nije nimalo nalik onome čemu smo do tad navikli. Naime, ogroman broj studenata sa različitih fakulteta i smerova bio je smešten u sportsku halu, gde su klupe poredane na parketu košarkaškog terena. Ispit se polagao na posebno odštampanim papirima sa indigo duplikatima čime bi po završetku, kopija ostala studentu. Svaki list je bilo potrebno posebno numerisati da ne bi došlo do zabune. Nije bilo dozvoljeno donositi svoje kalkulatore već su se iznajmljivali od strane univerziteta sertifikovani primerci. Umesto dežurnih profesora i asistenata, na ispitu su dežurali volonteri, ljudi u penziji koji nemaju nikakve veze sa predmetima i materijom koju studenti polažu. Zanimljiva stvar je bilo to što neki od njih nisu govorili Engleski jezik u potpunosti, a imali su i problema sa sluhom, pa je zbog svega toga bilo teže sporazumeti se.

Još jedan od načina polaganja ispita, poznat nama u Srbiji je polaganje preko projekta. Par nedelja pre početka ispitnog roka dobili smo od profesora zadatke za projekat, i licencu za simulacioni softver "CAT acoustic", profesionalni alat često korišćen u građevinskoj akustici. Na osnovu zadataka bilo je potrebno virtualno konstruisati 3D modele određenih tipova prostora sa zvučnim izvorima i prijemnicima i izvršiti simulacije akustičkih parametara i događaja. Ispit se polagao na osnovu izveštaja dobijenih rezultata iz simulacija, a ocenu je određivao kvalitet zaključaka i intuitivnost i trud studenata. Poslednji od ispita se sastojao od 6 laboratorijskih vežbi, a ocenu je predstavljao zbir bodova sa svake pojedinačne vežbe. Važno je napomenuti da krajnju ocenu na ispitu ne daje profesor već se formira komisija koja vrši ocenu ispita, zbog čega se na rezultate čeka i više od mesec dana.

V. PREDNOSTI I MANE U ODNOSU NA NAŠ SISTEM

Još na početku može se sa sigurnošću tvrditi da su privilegije studenata u Norveškoj neuporedivo veće u poređenju sa Srpskim univerzitetima. Sama činjenica da Norveška ima jedan od najboljih standarda u Evropi u potpunosti opravdava tu tvrdnju. Ogromna sredstva se izdvajaju za obrazovanje, a posebno akademsko. Svaka od laboratorija koju smo koristili opremljena je najsavremenijom opremom, koja se inače koristi u profesionalnim delatnostima. To je izuzetno značajno za studente jer posle završenih studija, prelaz iz klupe na radno mesto biće u velikoj meri olakšan, jer su neki praktični principi i profesionalna oprema već poznata stvar. Iako, finansijski u prednosti, studenti sa kojima smo dolazili u kontakt imaju uži spektar poznavanja oblasti vezane sa svojom delatnošću od interesa. Primera radi, pri odabiru predmeta na početku semestra u Norveškoj, nismo bili u mogućnosti odabrati predmet Digitalnu Obradu Medicinske Slike koja se na Elektronskom Fakultetu u Nišu, odseka za Elektroniku i podsmerna Multimedijalne Tehnologije, sluša u poslednjem semestru. Razlog je što je ovaj predmet predviđen za post diplomске (Doktorske) studije. Posle završetka studija, studenti na Elektronskom Fakultetu u Nišu izaći će sa više od 1/4 većim brojem položenih predmeta, odslušanijh predavanja i svakako šireg teretskog znanja, ali nažalost manje prakse.

Kriterijumi koji se postavljaju na NTNU su znatno stroži od onih na koje smo navikli na Niškim fakultetima. Diskutabilno je govoreći o tome da li je to dobro ili loše, ali je činjenica da zbog većeg broja ispitnih rokova, na našem fakultetu studenti imaju veću slobodu. Na NTNU broj ispitnih rokova godišnje znatno je manji.

VI. STRUČNA PRAKSA I POSAO

Veoma značajna stvar na NTNU je interesovanje velikih svetskih kompanija koje posluju u Norveškoj, za studente i diplomce. Svake godine se na na univerzitetima održavaju sajmovi zapošljavanja gde predstavnici kompanija privlače zainteresovane studente, za mogućnosti sprovođenja stručne prakse, master teza kao i probnih perioda za stalno zapošljenje. Prisustvovajući jednoj takvoj manifestaciji prijavili smo se za stručnu praksu, ili letnji posao, u nekoliko velikih kompanija kompanija kao što su Texas Instruments, ARM, CISCO, i par Norveških firmi koje se bave IP telefonijom, podvodnom akustikom it. U toku perioda od mesec dana od prijave dobili smo nekoliko ponuda od kojih se jedna, uz pozitivan nagoveštaj predmetnog profesora učinila kao najzanimljivija. Odgovorili smo pozitivno na ponudu kompanije CISCO i zakazali intervju, preko fakultetskog sistema za video konferenciju, sa menadžerom audio tima. Kako je sve proteklo pozitivno dobili smo i zvaničnu ponudu da u periodu od nešto više 2 meseca radimo za ovu kompaniju. Kompanija se nalazi u Oslu, tako da smo se posle završetka semestra u Trondhajmu preselili u Oslo.



Slika 14. Znamenitosti Osla

Bio je to izuzetan period gde smo naučili mnogo i upoznali brojne stručnjake iz različitih oblasti nauke. Radili smo na ozbiljnim projektima i ostavili dobre utiske kod celog tima. Sve to nam je otvorile nove mogućnosti za dalju saradnju sa kompanijom, i šanse da se po završetku studija jednom vratimo tamo.

VII. ZAKLJUČAK

Posle svega napomenutog, odluka da se prijavimo za stipendiju bila je na pravom mestu. Pored toga što smo stekli neprocenjivo znanje, upoznali smo veliki broj različitih ljudi razolikih shvatanja, mentaliteta, ponašanja i običaja iz gotovo svih krajeva sveta. Sa nekima smo postali veoma dobri prijatelji tako da i dalje održavamo kontakt. Iskustvo stečeno radeći kompaniji kakva je CISCO je od izuzetnog značaja za naš dalji napredak i mogućnost dobre karijere po završetku studija. Na osnovu stečenog iskustva, zaključak je da se svaka šansa treba iskoristiti do maksimuma, je i naizgled mala šansa može dovesti do rezultata velikih razmera.

LITERATURA

- [1] <http://www.ntnu.edu/> - Oficijalni web sajt univerziteta NTNU
- [2] <http://www.trondheim.kommune.no/> - Oficijalni web sajt grada Trondhajma.
- [3] <http://sit.no/> - Oficijalna web stranica studentske organizacije odgovorne za smeštaj studentata i studentska pitanja.
- [4] <http://www.esn.org/> - Internacionalna mreža za razmenu studenata (ERASMUS)
- [5] <http://www.oslo.kommune.no/> - Oficijalni web sajt grada Osla.
- [6] <http://www.rockheim.no/> - Web prezentacija interaktivnog muzeja pop i rok muzike ROCKHEIM
- [7] <http://www.cisco.com/> - Oficijalna web prezentacija Kompanije CISCO
- [8] <http://www.munkholmen.no/> - Web prezentacije ostrva Munkholmen

Softverska podrška centrima za transfer tehnologija u analizi podataka

N. Stojanović, M. Vidojković, D. Tasić

Sadržaj – Transfer tehnologija je kompleksan proces prenosa tehnologija sa jednog subjekta na drugi u cilju komercijalizacije. Jedan od najbitnijih tokova u transferu tehnologije jeste od inovativnih univerzitetskih tehnologija ka industriji. Softverska podrška predstavlja bitan aspekt u ovom procesu. Cilj ovog rada je projektovanje, implementacija softverskog podsistema za analizu podataka, kao i integracija ovog podsistema u softverski sistem koji je implementiran kao web portal za podršku u transferu tehnologija. Podsystem treba da obezbedi efikasan način za analizu i uparivanje podataka. U radu će biti prikazana arhitektura sistema ilustrovan UML dijagramima kao i deo rezultata testiranja.

I. UVOD

Transfer tehnologija je dinamičan, višefazan i kompleksan proces prenosa tehnologije između subjekata. Ovaj termin predstavlja skup metoda kojim se tehnološka znanja kreću unutar ili između organizacija na nivou pojedinačnih ili različitih zemalja. Proces transfera novih tehnologija od univerziteta, koji predstavljaju izvore znanja, ka industriji kao njihovom krajnjem korisniku je predmet mnogih istraživanja i studija u svetu [1].

Transfer tehnologije je multidisciplinarni proces koji započinje u istraživačkim laboratorijama u kojima nastaju novi pronalasci kao rezultat istraživačkog rada istraživača i inovatora, a nastavlja se kroz zaštitu pronalazaka putem patenata ili drugih oblika zaštite intelektualne svojine. Na ovaj način se omogućava neposredan pristup savremenim sredstvima za proizvodnju kao i novim saznanjima.

Transfer započinje istraživanjem i razvojem novih procesa, a nastavlja se inženjeringom, obrazovanjem kadrova i marketingom. U komercijalnom smislu on predstavlja ustupanje dokumentacije, znanja, iskustva i opreme kupcima tehnologije pod određenim uslovima, a može obuhvatati jednu ili više faza procesa proizvodnje ili prodaje.

U zavisnosti od stepena komercijalne upotrebljivosti tehnološkog znanja, razlikujemo dva pravca transfera: vertikalni i horizontalni. Vertikalni smer podrazumeva prenos znanja i rezultata iz fundamentalnih nauka i baznih istraživanja, preko primenjenih u razvojna istraživanja. Vertikalni transfer znanja i tehnologije se obavlja u celokupnom inovacionom lancu – od fundamentalnih i primenjenih istraživanja do inovacija i razvoja proizvoda, opreme i zamene zastarele tehnologije novom.

Horizontalni smer podrazumeva prenos tehnologije iz različitih firmi i grana proizvodne i neproizvodne delatnosti u druge firme i industrijske grane u istim ili različitim geografskim područjima.

Nenad Stojanović i Miodrag Vidojković su studenti na Katedri za računarstvo, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nenad.stojanovic@elfak.rs, miodrag.vidojkovic@elfak.rs

Darko Tasić je dipl. inž. u kancelariji za Transfer tehnologija, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Serbia, E-mail: tasa87@gmail.com

Horizontalni transfer tehnologije omogućava korišćenje tehnoloških inovacija bez sopstvenih istraživanja. Pribavljanje tehnologije pomoću horizontalnog komercijalnog transfera vrši se:

- Kupovinom opreme.
- Kupoprodajom prava intelektualne svojine koja obuhvata industrijsku svojinu i autorsko pravo.
- Višim oblicima saradnje u okviru:
 - o dugoročne proizvodne kooperacije,
 - o poslovno-tehničke saradnje,
 - o zajedničkih ulaganja u preduzetničke firme.

Viši oblici horizontalnog transfera podrazumevaju zajednička ulaganja i dugoročne kooperacije što predstavlja nov kvalitet u odnosu na transfer tehnologije putem kupovine opreme i licenci. Ovde je postignuta zainteresovanost kompanije da se dugoročnije veže za partnera, da obezbedi sve neophodne komponente za proizvodnju i dalji razvoj tehnologije.

Upravo iz ovog razloga u svetu je sve više izražena interakcija univerziteta kao naučnih institucija koje u osnovi predstavljaju izvore tehnološkog napretka i industrije kao krajnjeg korisnika novih tehnologija [2]. Kompleksan proces transfera tehnologija zahteva i adekvatnu softversku podršku što je jedan od važnijih aspekata ovog procesa.

Mnoge kompanije i univerziteti poseduju centre za transfer tehnologije tzv. TTO (Technology Transfer Office) centre. Shodno svetskim trendovima nastao je i projekat 158881-TEMPUS-1-2009-RS-TEMPUS-JPHES „National Platform for Knowledge Triangle in Serbia“ koji okuplja konzorcijum 13 institucija među kojima su i najveća 4 srpska univerziteta kao i 3 resorna ministarstva. Rad ovog konzorcijuma je koordiniran od strane univerziteta u Nišu, a u cilju razvoja nacionalne strategije razvoja tehnologije [3]. Zadatak projekta je da uspostavi nove TTO centre, u cilju stvaranja nove strategije za razvoj tehnologija.

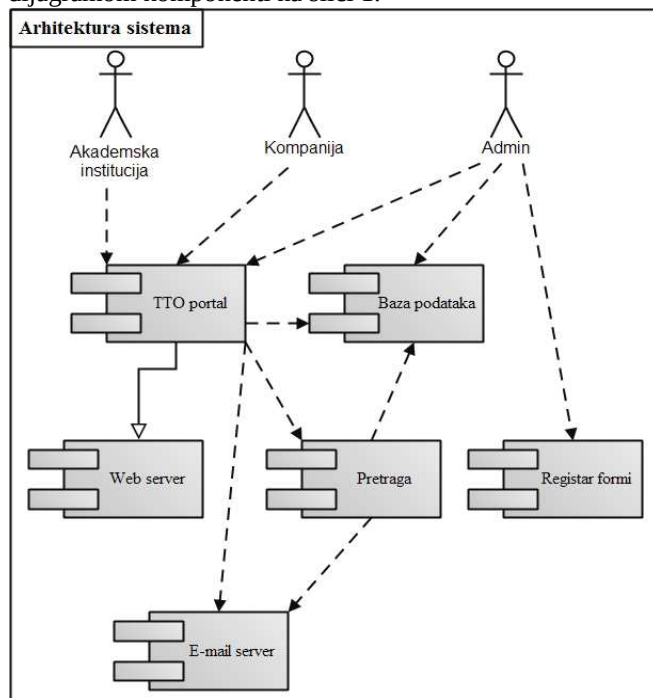
U okviru ovog projekta formiran je web sistem (portal) TTO za prikupljanje podataka i promociju tehnologija. TTO portal ima zadatak da promoviše novi scenario registrovanja i evidentiranja komercijalno-isplativih tehnologija na ovim prostorima. Zadatak ovog web portala je ubrzavanje procesa kreiranja jedinstvene baze podataka tehnologija.

Cilj ovog rada je projektovanje i implementacija mehanizma za sintaksnu obradu tekstualnih datoteka. Algoritam je baziran na analizi regularnih izraza, koji se koriste za pretragu i manipulaciju tekstualnih datoteka. U okviru ovog rada će biti predstavljena implementacija i integracija algoritma za semantičku analizu tekstova u okviru „Technology Transfer Office“ web portala i njegovo testiranje.

Postupak će biti ilustrovan potrebnim UML dijagramima i slikama koje će bliže predstaviti čitav postupak implementacije.

II. ARHITEKTURA TTO SISTEMA

Arhitektura TTO *web* portala je prikazana je sledećim dijagramom komponenti na slici 1.



Slika 1. Arhitektura sistema

Identifikovana su tri tipa korisnika TTO sistema: akademske institucije (univerziteti, fakulteti, laboratorije), kompanije i administrator sistema. Zbog zahteva za dostupnošću sistema različitim tipovima georafski distribuiranih korisnika, aplikacija je projektovana kao *web* aplikacija, koja poseduje odgovarajuću bazu podataka, email server za obaveštavanje korisnika i komponentom za pretragu baze podataka [4].

Registar formi je komponenta sistema koja se bavi registracijom korisnika. Registracija korisnika obuhvata dva tipa korisnika: akademske institucije i kompanije. Između akademskih institucija funkcionišu dva sistema veza. Jedne na istom nivou i baziraju se na međusobnoj saradnji univerziteta, i druge koje se zasnivaju na autoritetu između nivoa akademskih institucija. Veze funkcionišu u oba pravca, od višeg nivoa ka nižem u formi „naloga“ i suprotno od nižeg ka višem u formi „inicijative“. Sva tri sistema veza („saradnja“, „nalog“, „inicijativa“) imaju za cilj proveru korisničkih podataka [4].

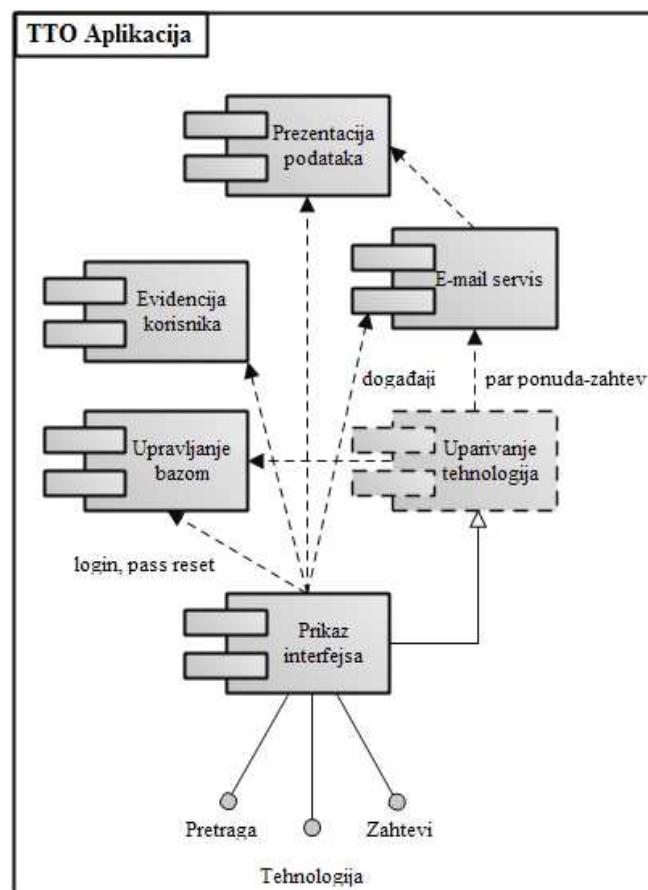
Komponenta za pretragu TTO sistema podrazumeva dva načina pretrage:

- *Online* pretraga koju pokreće korisnik dok je povezan na sistem.
- *Offline* pretraga koja se periodično inicira od strane sistem administratora u cilju uparivanja tehnologija akademskih jedinica sa zahtevima kompanija za njihovu komercijalizaciju.

Proces *offline* pretrage, je baziran na neusklađenosti vremena postavljanja podataka akademskih institucija i kompanija i njihovog međusobnog uparivanja. U slučaju da sistem za uparivanje nije povezao tehnologiju sa odgovarajućim zahtevom za njenu komercijalizaciju od strane kompanije, sistem vrši *offline* pretragu prilikom dodavanja svakog novog zahteva i u slučaju da pronade poklapanje obaveštava kompaniju i akademsku instituciju koja je postavila opis date tehnologije. Da bi se omogućio ovaj način pretrage, projektovan je podsistem za uparivanje tehnologija koji je opisan u ovom radu. Prilikom izrade TTO *web* aplikacije korišćeni su PHP, HTML i Java Script. Registracija korisnika je implementirana AJAX metodom projektovanja.

III. PROJEKTOVANJE PODSISTEMA ZA UPARIVANJE TEHNOLOGIJA

Da bi uparivanje tehnologija moglo da se obavlja potrebno je lociranje njegove komponente u okviru celokupnog sistema bez bočnih efekata po dotadašnji sistem. Na slici 2. je prikazan ceo sistem i komponenta za uparivanje tehnologija (obeležena isprekidanom linijom), koja je pozicionirana tako da ne dovodi do smetnji u funkcionisanju ostatka sistema i koja zasebnom linijom aktivnosti obavlja zahtevanu funkcionalnost.



Slika 2. Komponente sistema

Projektovanje podsistema za uparivanje tehnologija pored nadogradnje na postojeći sistem treba da uključi i sledeće:

- analiza prikupljenih podataka,
- klasifikacija reči,
- uparivanje tehnologija,
- obaveštavanje korisnika o izvršenom uparivanju.

Podsistem je projektovan tako da nakon dodavanja novih tehnologija ili zahteva za tehnologijom od strane korisnika prelazi u fazu analize podataka automatski. Analiza se sastoji iz tri slučaja identifikovanja reči:

- regularna reč (reči od kojih se formiraju rečenice a koje nisu merodavne za identifikaciju uparivanja),
- ključna reč (reči koje su bitne za identifikaciju uparivanja),
- nova reč (privremeno smeštanje reči pre njihove klasifikacije, sve reči su nove dok ne budu označene kao regularne ili ključne reči).

Svaki od navedenih tipova reči se pamti u zasebnoj tabeli u bazi podataka. Prvo se utvrđuje da li je u pitanju regularna reč ako nije da li je ključna reč a ako nije ni ključna upisuje se kao nova reč u tabeli i prelazi se na analizu sledeće reči iz opisa tehnologije.

Klasifikacija novih reči na regularne i ključne reči je administratorski deo posla. Administrator dobija nove reči na uvid i na osnovu njihovog značenja vrši klasifikovanje (slika 3).

Uparivanje tehnologija se obavlja preko ključnih reči. Tehnologija i zahtev za tehnologijom biće upareni ako imaju iste ključne reči. Uparivanje je proces koji može biti pozvan od strane administratora a isto tako i iniciran u određenoj vremenskoj sekvenci.

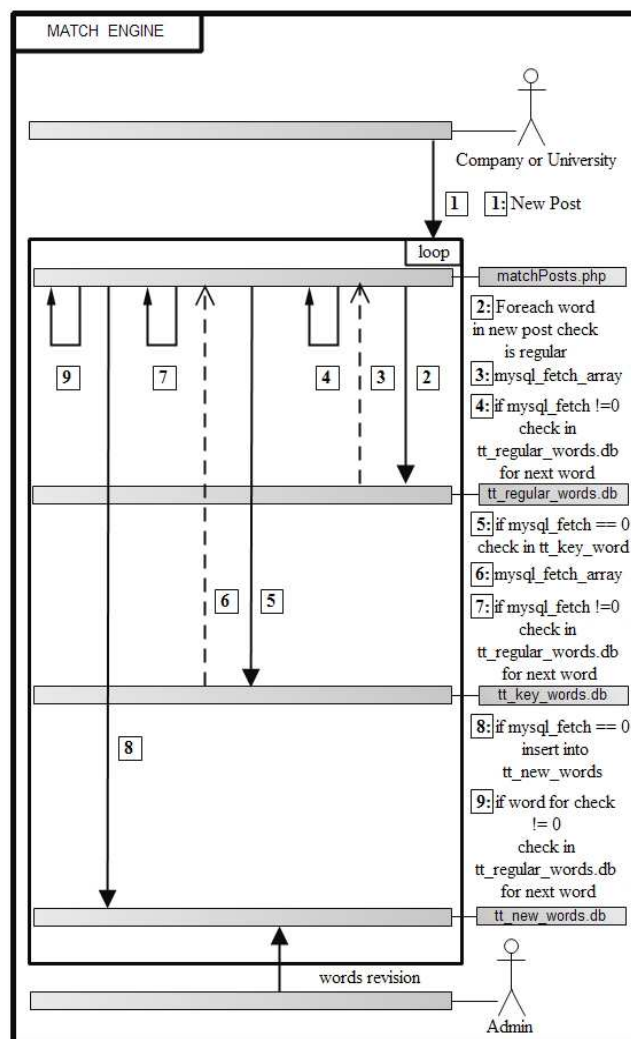
Obaveštavanje korisnika je operacija koju inicira administrator nakon obavljenog uparivanja.

Cilj ovakvog projektovanja jeste da sistem izvodi sam zaključke o novim rečima čime se ubrzava proces obrade novih reči i ostavlja administratoru samo da odluči da li je upisana nova reč ključna ili regularna. Ovim pristupom ne dolazi do ponovnog izdvajanja iste reči, vremenom posao administratora se smanjuje povećanjem broja identifikovanih reči koje se nalaze u bazi podataka i njihovim raspoređivanjem na regularne i ključne. Ako se podsistem posmatra tako da ima totalnu pokrivenost sa ključnim i regularnim rečima i da se sekvencijalno izvršava uparivanje na nekim vremenskim periodama sistem bi bio automatizovan sve do faze obaveštavanja korisnika.

IV. IMPLEMENTACIJA PODSISTEMA ZA UPARIVANJE TEHNOLOGIJA I MERENJE PERFORMANSI PODSISTEMA

Osnovna ideja algoritma za uparivanje se zasniva na upotrebi regularnih izraza. Regularni izrazi po definiciji predstavljaju string (niz karaktera) koji opisuje ili sparuje skup stringova u skladu sa određenim sintaksnim pravilima.

Ovi izrazi su se pokazali izuzetno efikasni u programima za pretragu i manipulaciju tekstualnih datoteka što predstavlja primarni zadatak ovog rada. Svaka reč iz opisa se izdvaja preko regularnih izraza koji su implementirani preko PHP jezika. Slika 3. prikazuje način na koji je implementiran algoritam za klasifikaciju reči u tabelu novih reči.

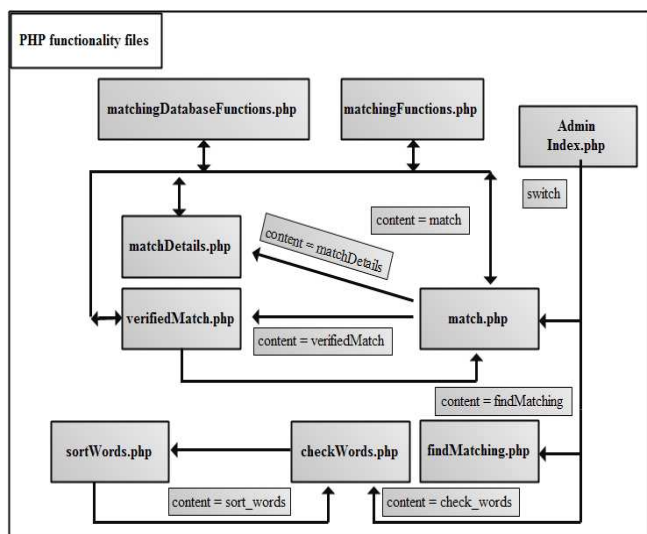


Slika 3. Algoritam za klasifikaciju reči

Uparivanje se odvija tako što se iz tabele ključnih reči svaka reč uparuje sa podacima iz tabele sa opisima tehnologija i ako poklapanje postoji u vezi ključna reč opis podaci se smeštaju u tabelu *tt_matched_word* koja sadrži kolone *id* ključne reči, *id* opisa i broj pojavljivanja u opisu. Iz ove tabele se formiraju tabela *tt_matched_posts*. U tabeli *tt_matched_posts* se nalaze kolone *id* poklapanja, *id* opisa univerziteta, *id* opisa kompanije i kolona za čekiranje od strane administratora za slanje maila. Ovom tabelom administrator dobija uvid u ostvarena poklapanja preko administratorskog interfejsa.

Sva funkcionalnost je omogućena preko PHP datoteka koji su u interakciji sa MySQL bazom. Slika 4. prikazuje funkcionalnost administratorskog dela interfejsa preko PHP datoteka za uparivanje opisa tehnologija.

Administrator ima mogućnost da izabere koju akciju želi da pokrene. Uparivanje opisa tehnologija se pokreće pozivom *findMatching.php* datoteke, dok se pregled uparenih opisa tehnologija i obaveštavanje korisnika vrši pozivom *match.php* datoteke. Klasifikacija reči je ostvarena pozivom *sortWords.php* datoteke.



Slika 4. Šema PHP datotaka

Uparivanje se vrši sa opisom koji predstavlja tekst tehnologije, kao što je prikazano na slici 5a, a rezultat sa prepoznatim ključnim rečima koji se daje na uvid administratoru dat je na slici 5b.

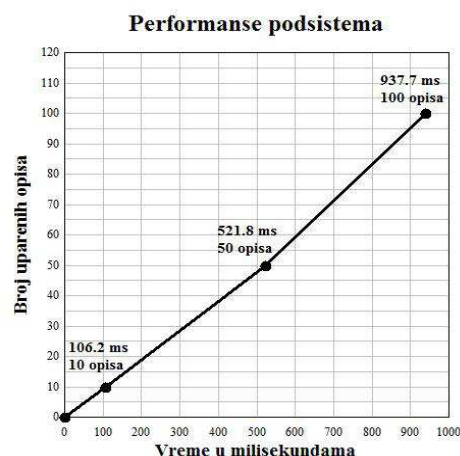
Ovo je probni post za uparivanje postova na osnovu ključnih reči. Sve što se nadje u *tt_new_words* su nove reči koje se ne nalaze ni u *tt_regular_words* ni u *tt_key_words* i njih treba da administrator rasporedi na osnovu značaja ili u *tt_regular_words* u slučaju da su uobičajene reči ili u *tt_key_words* u slučaju da su ključne. Na kraju se kreira tabela *tt_matched_posts* koja sadrži id matcha kao FK za tabelu *tt_matched_posts_count* kao i kolone *pid_com* i *pid_uni* i polje za chekiranje.

Slika 5a. Tekst tehnologije

19 20 21 22	Kompanija pid[136] Univerzitet pid[135]	tt_key_words kid[20] tt_matched_posts kid[21] tt_matched_posts_count kid[22] administrator kid[23]	☐	Show details
----------------	--	---	--------------------------	-----------------

Slika 5b. Rezultati uparenih opisa tehnologija

Performanse sistema su prikazane na slici 6. na kojoj se vidi kako brzina odziva podsistema zavisi od količine podataka. Testiranje je radjeno sa opisima dužine 945 karaktera uključujući i blanko znake. Uparivanje je izvršeno na osnovu četiri ključne reči na računaru sa AMD procesorom od 2,2 GHz i 2 GB ram memorije.



Slika 6. Performanse Sistema

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen algoritam za semantičku analizu tekstova koji je uspešno integrisan na web portalu "Technology Transfer Office". Projektovanje algoritma i njegova implementacija na TTO portal je podeljena na dve idejne celine. Prva podrazumeva kreiranje „rečnika“ ključnih pojmova, dok druga predstavlja sam mehanizam uparivanja tehnologija. Algoritam je pisan u PHP programskom jeziku, dok je rečnik kreiran pomoću MySQL baze podataka. Odgovarajućim UML dijagramima je predstavljen model i način implementacije algoritma. Na kraju je prikazan jedan scenario uparivanja tehnologija kao i performanse implementiranog podsistema.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se Katedri za računarstvo Elektronskog fakulteta u Nišu, a posebno prof. dr Ivanu Milentijeviću i doc. dr Vladimiru Čiriću na pruženoj pomoći i razumevanju.

LITERATURA

- [1] J. Bercovitz, M. Feldmann, *Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding Knowledge-Based Economic Development*, The Journal of Technology Transfer, Springer, Vol. 31, No. 1, 2006, pp.175-188.
- [2] P. Swamidass, V. Vulasa, *Why university inventions rarely produce income? Bottlenecks in university technology transfer*, The Journal of Technology Transfer, Springer, Vol. 34, Issue 4, August 2009, pp. 343-363.
- [3] 158881-TEMPUS-1-2009-1-RS-TEMPUS-JPHES, *National Platform for Knowledge Triangle in Serbia*, URL: <http://tempus.elfak.ni.ac.rs/>
- [4] V. Čirić, I. Milentijević, D. Tasić, V. Simić, N. Milosavljević, *Software architecture for university-industry technology transfer support*, 18th Conference YulInfo, Kopaonik, Serbia, March 2012, pp. 6-11.

Bioničke ruke

B. Đukić, M. Rajković

Sadržaj - U ovom radu dat je literaturni pregled bioničke ruke. Projekat stvaranja bioničke ruke predstavlja simbiozu elektronike, mehanike, neurologije, medicine, hirurgije... Bioničke ruke koje kontroliše sam mozak korisnika predstavljaju veliki korak u poboljšanju ljudskih života. Za mnogobrojne naučnike koji su se okupili na Jekyll, ostrvu u Georgii pravljenje bioničke ruke je predstavljalo neverovatan izazov. Ovaj ni malo lak zadatak su odradili perfektno stvorivši ruku koja ima iste funkcije kao i prirodna.

I. UVOD

Bionika je deo mehanike i bavi se proučavanjem mehatroničkih sistema koji oponašaju pokrete živih organizama. Reč bionika (eng. Bionics⁰) potiče od grčke reči bios – život i onics – electronics.

Nakon amputiranja određenog ekstremiteta, mozak čoveka ne prihvata ovu činjenicu i nastavlja da oseća njegovo prisustvo. U nauci se ova pojava zove fantomski ekstremitet. Nervi koji primaju informacije od mozga za pomeranje ekstremiteta i dalje postoje. Ideja je da se nervni impuls pročita, dekodira i primeni na odgovarajući elektromehanički sistem. Napredak tehnologije omogućava stvaranje u potpunosti funkcionalnog elektromehaničkog sistema, nazvanog bionička ruka.

Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), deo Ministarstva odbrane SAD-a, je zbog problema velikog broja ranjenika koji su izgubili ekstremitet na dužnosti odlučila 2005. godine da finansira projekat Revolucionarne Proteze 2009 (RP2009), koji je imao zadatak da se razvije novu generaciju veštačkih gornjih ekstremiteta. APL-u (Laboratoriji za primenjenu fiziku-Applied Physics Lab) sa Džon Hopkinsovog univerziteta je poveren ovaj projekat.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA BIONIČKE RUKE

A. Nervni impuls

Nervni impuls predstavlja struju slabog inteziteta, koja se prostire od motoričkog korteksa (u centralnog nervnog sistema, CNS-a), preko kičmene moždine, perifernih nervnih završetaka (perifernog nervnog sistema, PNS-a) do mišića, gde se impuls prevodi u pokret, tako što kontroliše kontrakciju odgovarajućih mišića (grčenje i opuštanje). Na primer, da bi se savila ruka u laktu,

Bojana Đukić i Miloš Rajković su studenti na smeru Upravljanje sistemima, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: bojana.djukic1991@gmail.com

potrebno je da se biceps zgrči, a triceps opusti. Ovaj prirodno jednostavan potez je proizvod zajedničkog delovanja ćelija mozga koje se nalaze u delu koji je zadužen za pomeranje gornjeg ekstremiteta, nervnih vlakana i mišićnih ćelija. Impuls se prostire putem akcionog potencijala (-70mV do 40mV), pomoću dela nervne ćelije – aksona. Spoj nervne i mišićne ćelije, se zove neuro-mišićna sinapsa, i njom se kontroliše kontrakcija mišićne ćelije i time i pokret.

B. Karakteristike koje bionička ruka treba da ima:

- mogućnost prilagođavanja svim tipovima amputacije
- 22 ili više stepena slobode (DOF), prirodne pokrete, brzinu i spretnost
- ljudsku snagu
- mogućnost da obavlja osnovne dnevne poslove, (češljanje, umivanje, vezivanje pertle, podizanje čase..),
- prirodan izgled, veličinu, težinu, kozmetički sloj koji liči na kožu,
- mogućnost da reaguje na prirodne nervne impulse
- senzore za dodir, temperaturu i istraživanje okoline, koji će da prenose povratnu informaciju iz spoljnog sveta do mozga,
- Visoki stepen pouzdanosti. Pouzdanost i konfort su najbitnije karakteristike, jer se kupci radije odlučuju za manje funkcionalne ali više pouzdanije i udobnije sisteme.

C. Faze razvijanja bioničke ruke

Projekat RP2009 je podeljen u dve faze. Trajanje svake od faza je bilo dve godine. Glavni cilj prve faze je bio definisanje zahteva i vizije celog projekta, formiranje kvalitetnog tima koji ima stručnjake iz svih oblasti koje su neophodne, razmatranje svih mogućih tehnika koje se mogu primeniti, konstruisanje prototipa, usavršavanje kliničkog iskustva i neuroinžinjerina. Druga faza predstavlja primenu i implementiranje rezultata iz prve faze, testiranje i korigovanje. Razvoj pratećeg softvera tekao je tokom obe faze i dobijeno je virtuelno integrisano okruženje VIO (eng. Virtual integration environment, VIE).

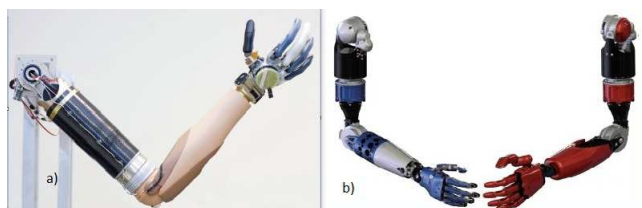
Proučene su moguće tehnike akcije, haptička povratna sprega, senzori koji služe kao prijemnici impulsnog signala, algoritmi za dekodiranje i kodiranje signala, pitanje izvora energije, povezanost elemenata i usavršavanje komponenata.

Tokom prve faze izvršen je odabir trenutno postojećih rešenja koja mogu da se iskoriste za aktuciju veštačkog uda. Glavni zahtevi koje izabrani aktuatori moraju da ispune je da što realnije oponašaju pokrete ljudske ruke, imaju dovoljnu snagu i ubrzanja. Ispitani su: elektromehanički sistem (električni motori i transmitori), monopropellantni sistem (raspad peroksida da bi se pokrenuo pneumatorski aktuator), mesofluidics sistem (mali hidraulični aktuatori, pumpe i servoventili). Aktuatorska tehnologija je trebala da pruži konfort korisniku, da može da omogućiti potrebne funkcije i omogućiti jednostavnost upotrebe. Nakon temeljnog istraživanja zaključeno je da je elektromehanički sistem najoptimalniji.

Jedan od problema je bio pronalazjenje odgovarajućeg izvor energije koji bi bio dovoljan za dnevnu upotrebu. Podaci prikupljeni prilikom testiranja ukazivali su da je potrebno oko 50W/satu (180j) za napajanje veštačke ruke. U obzir su uzete baterije, ćelije sa gorivom i kompresovani gas. Ćelije sa gorivom su previše teške, generator na principu kompresovanog gasa je previše bučan pa su baterije odabrane kao najoptimalnije rešenje za Prototip2 jer imaju dobre energetske karakteristike, tehnološki su dosta ispitane i ljudi su navikli na njihovu primenu.

Prototip1 sistem je bio dizajniran da ima sedam stepena slobode: ramena fleksija/eksenzija, rotacija nadlaktice, savijanje lakta, rotacija ručnog zgloba, savijanje ručnog zgloba i dva različita ručna stiska.

Uporedo sa razvojem Prototipa1 se razvijao i Prototip2 koji je i krajnji proizvod faze2. Postoje dva tipa Prototipa2 - Extrinsic i Intrinsic. Kod Extrinsic ruke se svi motori nalaze u podlaktici i komandni signal se dovodi preko jednog provodnika (ovaj sistem podseća po strukturi na sistem mozak-nerv-mišić). Kod Intrinsic ruke, svi motori se nalaze u šaci. Ovo rešenje je kompleksnije i lošije po pitanju raspodele težine, ali omogućava da se centralni procesor smesti u palac i zbog toga može da se ugradi i pacijentima koji imaju amputaciju ispod lakta. Prototip2 ima 22 stepena slobode.



Slika 1. a) prototip1 b) prototip2, levo extrinsic ruka, desno intrinsic ruka [8]

Prototip 2 se sastoji od sledećih delova:

- Rame (2 stepena slobode)
- Nadlaktica (rotiranje)
- Lakat (2 stepena slobode)
- Podlaktica sa promenljivom litijumskom baterijom

- Ručni zglobovi (2 stepena slobode i rotacija)
- Šaka sa dlanom, prstima i palcem (ruka sa više od 14 pokreta, 18 zglobova, kontrolerom i senzorima)



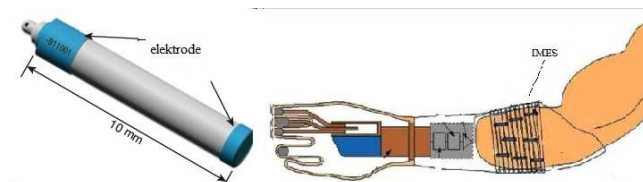
Slika 2. Prikaz pojedinačnih elemenata bioničke ruke [2]

U toku je faza 3 ovog projekta. Modular Prosthetics Limb (MPL) je naziv najnovijeg prototipa. On ima skoro 26 DOF, kao i ljudska ruka, visoki nivo spretnosti i 17 motora.

III. NERVNI INTERFEJS (NI)

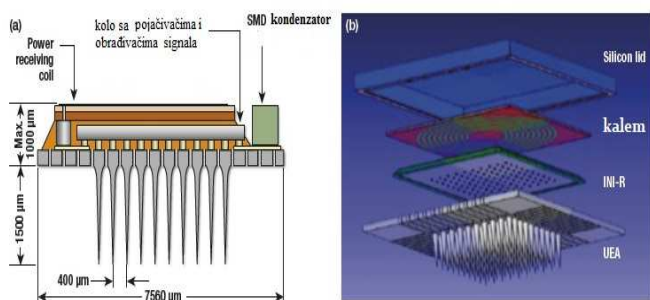
Nervni impuls može da se primi sa više mesta, preko perifernog nervnog sistema (akcioni potencijal), centralnog nervnog sistema, očitavanjem impulsa sa mišića, preko kontrolnih senzora.

- **Mioelektrični senzori.** Bionička ruka koristi mioelektrične senzore za očitavanje impulsa. To su površinski senzori koji snimaju signale koje su generisali mišići. Mioelektrično kontrolisanje ruke u početku je malo neprijatno i ne prirodno, pošto se ruka ne pokreće intuitivnim nervnim signalima, već namernom kontrakcijom odgovarajućih mišića ostatka ruke. Zbog toga korisnik prolazi kroz trening, tokom kojeg uči da koristi protezu.
- **TMR.** Drugi tip NI-a uključuje i hirurški zahvat- Targeted Muscle Reinnervation (TMR), tokom kojeg se vrši premeštanje nerava koji su ostali posle amputacije u ostatku ekstremiteta na površinu grudnog mišića. Ekstremitet više ne postoji ali mozak nije svestan te činjenice tako da i dalje šalje signale ali sad na površinu grudnog mišića. Elektrode detektuju ove nervne-mišićne impulse, i šalju ih kontroleru. Sa TMR je omogućena intuitivna kontrola ekstremiteta. Još jedna od prednosti ovog NI je da prilikom dodira grudnog mišića mozak dobija informaciju o dodiru. To se može iskoristiti za ostvarivanje povratne sprege sa spoljnim svetom.
- **IMES (implantni mioelektrični senzor)** je razvijen u rehabilitacionom institutu u Čikagu. IMES je cilindričnog obika približno 15.6 mm dužine i 2.5 mm prečnika. Napravljen je od keramike, i hermetički je zatvoren. Ne ugrožava korisnikovo zdravlje, ugrađuje se u ostatak ruke i može da prima nisko frekventne signale (60Hz) ili visoko frekventne (1.5KHz).



Slika 3. Levo izgled IMES-a, desno prikaz implementiranja [6]

- **Elektrode koje se ugrađuju u nerv** se smestaju unutar nervnog vlakna i omogućavaju očitavanje informacija sa jednog ili više određenih nerva. Ova tehnologija je razvijena u fazi 2. Elektrode su malog poluprečnika i postavljaju se paralelno sa nervnim vlaknima
- **Utah elektrode.** Ovo je tip IMES elektroda predstavljaju niz od oko 100 elektroda. Elektrode se implementiraju direktno na nerv. UAE je trenutno jedini niz elektroda koji je odobrila FDA (Food and drug administration) ali UAE sme najduže 30 dana da bude implementiran u nerv. Svaka elektroda prima (UEAR) ili šalje (UEAS) impuls sa/na nervno vlakno bežičnim putem.
 - UEAR se sastoji od 2 glavna podsistema – UEA i unutrašnji nervni interfejs (INIR). UEAR je programiran da individualno detektuje promenu potencijala na svakoj elektrodi, i to je informacija koju šalje na spoljni prijemnik koji je dalje dekodira. Dimenzije je 7.56mm × 5.16mm × 2.5mm.
 - UEAS je sličan sa UEAR po arhitekturi ali ima druge funkcije. Namena UEAS je da pošalje impulse na somatosenzorički korteks koji je sposoban da reaguje na nadražaje.



Slika 4. UEA [6]

IV. VIRTUELNO INTEGRISANO OKRUŽENJE (VIO)

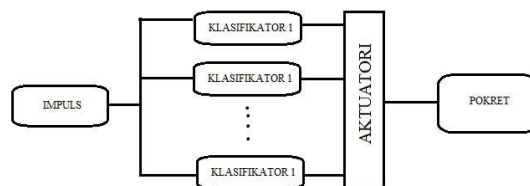
VIO je program koji povezuje sve delove MPL-a i predstavlja osnovu MPL-a. Bazira se na MATLAB xPC Target-u i radi u realnom vremenu.

A. Ulazi VIO-a

Ulazi u VIO zavise od metode koja se koristi za prijem nervnih signala. U zavisnosti od toga gde se detektuju nervni impulsi, odnosno da li je implant na perifernom nervu, unutar nerva ili je u pitanju elektromiografska elektroda signali mogu biti analogni ili digitalni. Digitalni se dobija očitavanjem akcionih potencijala, a analogni signal se dobija mioelektričnim senzorima.

B. Analiza signala

Analizom signala obrađuju se ulazne informacije, analiziraju njihove karakteristike i na osnovu tih informacija generišu upravljački signali za kontrolu. Koristi se algoritam za šematsku klasifikaciju da bi se redukovala dimenzionalnost signala i omogućilo aktiviranje odgovarajućeg aktuatora. Svaka proteza ima drugačiji "jezik" koji koristi a koji ljudsko telo određuje. Zbog toga je potrebno izvršiti trening, tokom koga se snimaju nervni signali i programira VIO.



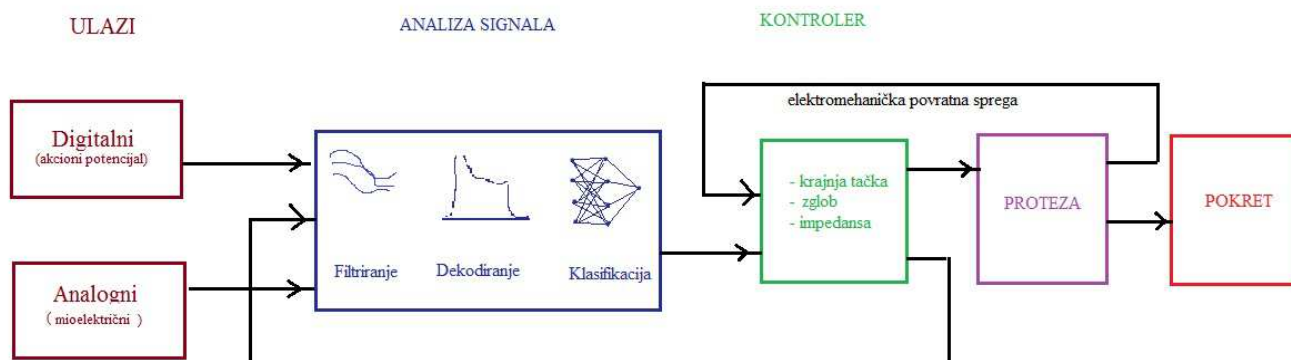
Slika 5. Primena klasifikatora

C. Kontroler

Sastoji se od 3 funkcionalna bloka – kontroler visokog napona, kontroler motora i plant (sam uređaj). Svaki blok ima ulazni i izlazni vektor koji se menja u zavisnosti od kombinacije kontrolera.

Zadatak kontrolera je da prima naredbe i vrši njihovo dekodiranje. Kombinacijom željenih signala od korisnika i povratnim spregama, dobija se željeni performans.

Ulazni vektor za plant je napon za motor, a izlaz predstavlja jačina struje, ugaona pozicija i brzina motora, koji zajedno dovode do željene torzije i pomeraja.



Slika 6. Blokovski prikaz VIO [3]

V. ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologije doprinosi i razvoju bionike. U radu je prikazan literaturni pregled iskorištenih tehnologija. Dobri rezultati prilikom inicijalnih istraživanja omogućili su da projekat krene u novom smeru. DARPA je ove godine pokrenula projekat prilagođavanja MPL-a pacijentima sa povredom kičmene moždine. U tom slučaju je nervne impulse potrebno očitati direktno iz CNS-a. Pored toga usavršavanje MPL-a i dalje traje, a sledeći bitan korak je ostvarivanje povratne sprege za osećaj dodira.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja literaturni pregled bioničke ruke. Autori rada zahvaljuju se saradnicima sa Katedre za automotiku za nesebičnu pomoć koju su im pružili prilikom izrade ovog rada.

LITERATURA

- 0 Više informacija o bionici kao nauci možete pronaći na internet stranici <http://en.wikipedia.org/wiki/Bionics>
- * The John Hopkins APL technical journal: *Technical Digest* Volume 30, Number 3 (2011) članci:
- [1] D. G. Smith and J. D. Bigelow, *Biomedicine: Revolutionizing Prosthetics—Guest Editors' Introduction* (2011)
 - [2] J. M. Burck, J. D. Bigelow, and Stuart D. Harshbarger *Revolutionizing Prosthetics: Systems Engineering Challenges and Opportunities* (2011)

- [3] R. S. Armiger, F. V. Tenore, W. E. Bishop, J. D. Beaty, M. M. Bridges, J. M. Burck, R. J. Vogelstein, and S. D. Harshbarger *A Real-Time Virtual Integration Environment for Neuroprosthetics and Rehabilitation* (2011)
- [4] M. M. Bridges, M. P. Para, and M. J. Mashner, *Control System Architecture for the Modular Prosthetic Limb* (2011)
- [5] T. J. Levy and J. D. Beaty, *Revolutionizing Prosthetics: Neuroscience Framework* (2011)
- [6] F. V. Tenore and R. J. Vogelstein, *Revolutionizing Prosthetics: Devices for Neural Integration* (2011)
- [7] C. W. Moran *Revolutionizing Prosthetics 2009 Modular Prosthetic Limb–Body Interface: Overview of the Prosthetic Socket Development* (2011)
- [8] M. S. Johannes, J. D. Bigelow, J. M. Burck, S. D. Harshbarger, M. V. Kozlowski, and T. V. Doren, *An Overview of the Developmental Process for the Modular Prosthetic Limb* (2011)
- [9] Časopis National geographic Srbija članak *Bio-nici* napisao Đžoš Fišman, Januar 2010
- [10] Članak *Modular Prosthetic Limb* sa internet stranice <http://www.jhuapl.edu/prosthetics/scientists/mpl.asp>
- [11] Članak *New prospects for prosthetics* sa internet stranice <http://scienceinsociety.northwestern.edu/content/articles/2009/kuiken/new-prospects-for-prosthetics>
- [12] Članak *The Mind-controlled everyday prosthetics* sa internet stranice http://www.ottobock.com/cps/rde/xchg/ob_com_en/hs.xml/32084.html
- [13] Članak *DARPA's revolutionizing prosthetics program approaches milestones* sa internet stranice <http://www.darpa.mil/NewsEvents/Releases/2011/10/10.aspx>

“Astronomy from an armchair”

Z. Tomić, N. Živić

Abstract - In this paper, we will give a short overview of the project “Astronomy from an armchair” currently under construction at the Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš. Also, the theoretical basis of a new concept of amateur astronomy called “Astronomy from an armchair” will be displayed.

I. ASTRONOMY FROM AN CHAIR AND ROBOTIC TELESCOPES

“Astronomy from an armchair” is a term for a new concept for amateur astronomers to be able to observe from their homes using the Internet. They are able to learn particular astronomical topics accessing large databases available on the Internet, to involve in space explorations, to send their observational data and photographs, analyze available data in virtual observatories, to perform observations using distant robotized telescopes, to write and publish papers, discuss on Internet forums, attend on-line seminars (webinars) and all this only by using their own computers from their own homes. This concept is a practical example of contribution of the Internet in appearance of new products and services, evolving the existing and promoting new forms of organization. It means that the problems of spatial distances which made international cooperation difficult vanished, as well as the equipment problem (equipment being inaccessible for many individual astronomers due to high prices).

This concept also solves the problem of time. Specifically, users can access the equipment at a great distance. In this way, some users may do their own observations during the daylight on their location, because the used telescope is in the location where, at that moment, is night. This ensures that in schools, practical parts of lessons, can be done during the day.

This concept includes: robotic observatories, virtual observatories and astronomy online broadcasting.

Robotic Observatory (telescope) is defined as an astronomical instrument and detection system which allows the observation without the need for physical intervention of an operator. In astronomy, a telescope is considered robotic when observations can be performed without operator intervention on the equipment (even if one has to start and complete a monitoring session on it).

Robotic telescopes are complex systems consisting of several subsystems. These subsystems include devices that allow: 1) control of the telescope, 2) control of the detector (CCD camera usually), 3) control of the dome (roof) of observatory, 4) control of the telescope’s focuser, 5) tracking of celestial objects within a few arc seconds to a few arc minutes, 6) avoidance of wrapping the cord around the mount, 7) successful navigation of the difficult points in the sky (the meridian, zenith, the celestial pole), 8) knowledge of the horizontal border movement of the telescope limits, 9) initial “parking” position of telescope, 10) exposure control and camera temperature, 11) filter control, 12) storing images and their subsequent processing using the dark frame and flat field, 13) synchronizing movement of the telescope with the sky, 14) synchronizing movement of the dome with the movement of the telescope and so on.

Most robotic telescopes are small telescopes. While large observatory instruments may be highly automated, few are operated without attendants. Each observatory should also have its own weather station.

The emergence of the Internet has enabled robotic telescopes to become accessible to a large number of users worldwide. In the past, robotic telescopes have used their own graphical interface that is limited to only one type of computer platform or simple communication via e-mail [1].

The production of its own graphical user interface was a complicated task that consumed a lot of resources and was not accessible to a wide range of users [1].

Using the Internet in addition to reducing costs in communicating with customers provides an opportunity to a wider range of potential users with the ability to get to know the telescope control, and development of e-commerce and virtual money made payment for services far easier.

With the Internet robotic telescopes can become a significant element in teaching of astronomy and to provide the opportunity for simultaneous communication, data exchange and validation of data obtained by observation. The same goes for other elements within the concept of astronomy from an armchair where the Internet is one of the main instruments in the practice of astronomy. Figure 1. shows an example of a scheme of a robotic observatory. The robotic observatory whose scheme is presented is the one of the University of Bradford.

Z. Tomić and N. Živić are with the Department of Physics, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš, Višegradska 33, 18000 Niš, Serbia, E-mail: zoran.tomic@pmf.edu.rs and nenad.zivic@pmf.edu.rs.

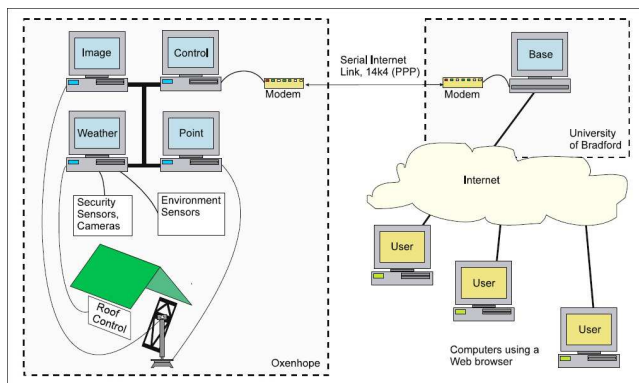


Figure 1. Scheme of the robotic observatory at the University of Bradford

II. STUDENTS' PROJECT "ASTRONOMY FROM AN ARMCHAIR"

"Astronomy from an armchair" is a project realized by a five-member team of students from the Faculty of Science and Mathematics, Niš, in cooperation with members of the "Alfa" astronomical society from Niš [2]. The team of students is consisted of: Zoran Tomić, the coordinator of the project, Milan Milošević, Marko Rančić, Saša Rančev and Nenad Živić [3]. The mentor of the project is prof. Dr. Dragan Gajić. The aim of the project is the creation of the first astronomical observatory in Niš, which will be stationed on the roof of building of the Faculty, and its setting in operation. This observatory will enable, apart from the possibilities of quality astronomical observations and astrophotography, the observations to be made over the Internet utilizing the concept of "Astronomy from an armchair". Its services will be available to highschool students, faculty students, and also to all others interested.

The observatory will be equipped for night-sky and Solar observations. Complete equipment will be controlled over a computer and observations will be possible over the Internet. Handling the equipment will be simple and will not require significant prior observational experience. In the following period, video instructions for the usage of equipment will be made for future users. These instructions will be object-type specific, as different objects require different methods of observation and photographing. The team members will be available for users in need of help and instructions.

Preparation of the observatory is currently in progress at the Faculty and during this time, the Project team is organizing numerous public observations and popular lectures for people of all academic backgrounds.

The progress of activities in connection with the project can be followed at the project website www.teleskoponline.info and on the project Facebook page www.facebook.com/teleskoponline.

A. Equipment

In the spherical-shaped observatory, 2,5 meters in diameter, a Meade LX200 GPS telescope will be installed. This telescope possesses a GPS device which enables precise evaluation of the geographical coordinates, time and time zone at the position of the telescope. Good polar alignment and levelization is essential in order for the equipment to work properly and to provide precise tracking of the observed objects. The processes of polar alignment and levelization are necessary for easy and efficient tracking. This process is of particular importance for telescopes with equatorial mount [2]. For the telescopes with Alt/Azm mount, as the one used in this project is, polar alignment and levelization is needed to minimize the pressure exerted upon the motors that enable tracking of astronomical objects. The telescope itself possesses a compass and levels according to which it automatically locates North and levelizes itself, so presence of an operator who would manually do this is not needed. The telescope also performs calculations of the ephemeris based on its current location, thereby enabling precise location and tracking of astronomical objects. The objective radius is 203mm, the focal distance is 2000mm, f/10 with Ritchey-Cretien optics [3], which is excellent for astrophotography. The telescope is fully computer-controlled, by its own computer, meaning that an external computer is not required for the operator to manipulate the telescope. The telescope's database contains roughly 145000 entries of different astronomical objects. The database is regularly updated with information of newly found objects. The operator is also given the possibility of making manual updates himself.



Figure 2. Meade LX 200R 8" Telescope

For astrophotography a Meade DSI III Color CCD 1,4 megapixel resolution camera was acquired. This camera allows a high quality, almost no noise photograph to be taken, and it also allows the photographs to be used in photometric research of the observed objects, by converting

them to FITS format. This is an advantage comparing to the DSLR cameras with higher resolution. Auto Star Suite software which goes along with the camera is used for controlling the telescope and the CCD camera. The software automatically removes the noise from photographs during the exposition. Expositions can last from 1/10000 s up to 1 h. High Sensitivity Color Sony EXview HAD™ CCD Sensor is built into the camera [4]. The selected camera instantly outputs high-quality color photographs, so that it would be easily used with a minimal amount of prior experience. A monochromatic version of the camera also exists, however it requires additional filters to be provided, as well as processing with an appropriate software to finally obtain a complete color photograph of the observed object. This CCD camera can be used for photographing deep space objects like galaxies, stellar clusters, planetary nebulae, but objects like the Solar system planets and the Moon also. There is a very interesting possibility of taking a series of Jupiter photographs which after an Auto Star Suite processing can result in an animation of Jupiter's rotation.



Figure 3. Meade DSI III Colour CCD camera

Lunt solar telescope with a 60mm objective diameter and a focal distance of 500mm was obtained so that the Sun can also be observed and photographed. This telescope is made specifically for this purpose. It contains an H alpha filter, which reduces the intensity of Solar radiation and allows observation of the Sun [5]. Aside from sunspots, Solar prominences, Solar flares, facula, etc. can also be seen on the surface of the Sun.



Figure 4. Lunt Solar Telescope 60/500

B. Project activities

Apart from the construction of the astronomical observatory, popularization of astronomy is also a vital part of the project. Public observations of astronomical objects (from the local fortress) will be organized on a regular basis, where people interested in astronomy will have an opportunity to see for themselves how the telescope is used and how the objects are seen through it. Aside from nighttime observations, Sun observations will also be organized. Two of the mentioned activities have already been successfully organized. The first being a two-day activity named „Days of the Sun and Moon“ and the second during the international „Explorers' Night“ manifestation – Jupiter and the Moon observations were carried out, the activity named „A look to the Universe neighbourhood“. The team also managed to observe the Venus transit through the Solar telescope on the sixth of June, in the early morning hours [6].



Figure 5. Photo of transit of Venus made by „Astronomy from an armchair“ team on 6th Jun 2012

Public lectures will also be organized, as has been done before by the AS „Alfa“ members at the Faculty of Science and Mathematics. Public observations over the Internet will also be organized, as soon as the observatory becomes operational. The advantage of such a manifestation is the usage of modern equipment for astrophotography, which enables us to distinguish far more details of the observed object than the human eye can with just looking through the same telescope. Hence, the public will get a more detailed perspective of known astronomical objects and to also store the photographs on their on computers during observations. A technician will always be there to make comments about the observed objects during all observations.

The team of students will, as a part of the project, organize an astronomy and astrophotography course, where applicants can learn the basics of astronomy as a science, the celestial sphere, coordinate systems, observable objects, observational techniques and photographing techniques.

The goal of the course is to create an additional group of skilled people to be involved in the further development of the project.

There will also be an open possibility for research for students, particularly in the field of photometry.

At the end of the project, a display of astrophotographs taken during the realization of the project will be organized.

III. CONCLUSION

„Astronomy from an armchair“ is a project currently being realized at the Faculty of Science and Mathematics in Niš. The aim of the project is to elevate the possibility of amateur practice of astronomy to a much higher level than it was on before. The same, of course, goes for professional astronomy also. The equipment acquired allows quality observations of astronomical objects via the Internet even from one's home computer. Public observations which will also be organized over the Internet will give the opportunity to see objects in much higher detail than in standard telescope observations. The project also includes an astronomy and astrophotography course realization, during which the first group of people which will use this equipment will be taught on how to use it. The construction of the observatory is currently being finished.

ACKNOWLEDGEMENTS

The team is very grateful to the „Partnership for Education and Community Development“ (PECD) within whose program the project is implemented, under the support of Philip Morris Operations a.d. company, and to the Faculty of Science and Mathematics, Niš and the astronomical society „Alfa“, Niš on their help and support in the realization of the project.

REFERENCES

- [1] Cox M., Baruch J., *Robotic Telescopes: An Interactive Exhibit on the World-Wide Web*, Proceedings of the second International Conference of the World-Wide-Web, Chicago IL, 1994.
- [2] Astronomical Society „Alfa“, [On Line], <http://www.alfa.org.rs/>
- [3] Project „Astronomy from an armchair“, [On Line], <http://www.teleskoponline.info/>
- [4] Liz Viler et.al. (translation to Serbian: Dodić B., Momić D.): *Vasiona velika ilustrovana enciklopedija*, Mladinska knjiga, Beograd, 2008.
- [5] Meade LX200 8” ACF Telescope, [On Line], <http://www.meade.com/lx200/specifications>
- [6] Meade DSI III CCD Camera, [On Line], http://www.meade.com/dsi_3/index.html
- [7] Lunt Solar Telescope, [On Line], <http://www.luntsolarsystems.com/>

Razvojni modul za laboratorijske vežbe iz predmeta digitalna mikroelektronika

Lj. Avramović, S. Simić, F. Bastić

Sadržaj - U ovom radu je prikazano projektovanje i realizacija razvojnog modula za potrebe laboratorijskih vežbi iz predmeta digitalna mikroelektronika. Ovaj razvojni modul bi smanjio vreme realizacije laboratorijskih vežbi a samim tim i povecao broj vežbi koje bi se mogle realizovati.

I. UVOD

Vreme potrebno za praktično izvođenje laboratorijskih vežbi iz predmeta digitalna mikroelektronika dosta je dugo. Prvenstveno, zbog soženosti električnog kola potreban je veliki broj provodnika, što se može videti sa električne šeme modula. Pri realizovanju električnog kola sa velikim brojem provodnika često dolazi do greške koja se teško može uočiti. Da bi smo rešili ovaj problem i povećali efikasnost izvođenja laboratorijskih vežbi došli smo na ideju o razvojnem modulu koji bi u zavisnosti od odabranih komponenti omogućio realizaciju laboratorijskih vežbi koje su inače pokaznog karaktera. Razvojni modul bi mogao da služi kao podloga kojom bi se objasnio rad i primena:

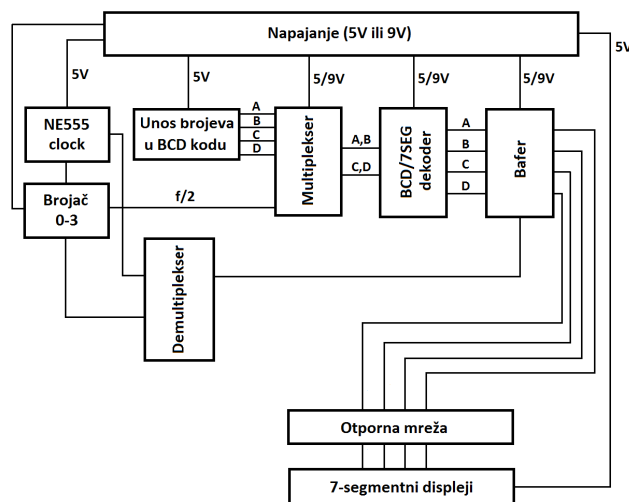
- Multipleksera;
- Demultipleksera;
- 7-segmentnog LED displeja;
- Bafera;
- NE555 tajmera;
- Implementacija brojača....

II. RAZVOJ UREĐAJA

A. Princip rada

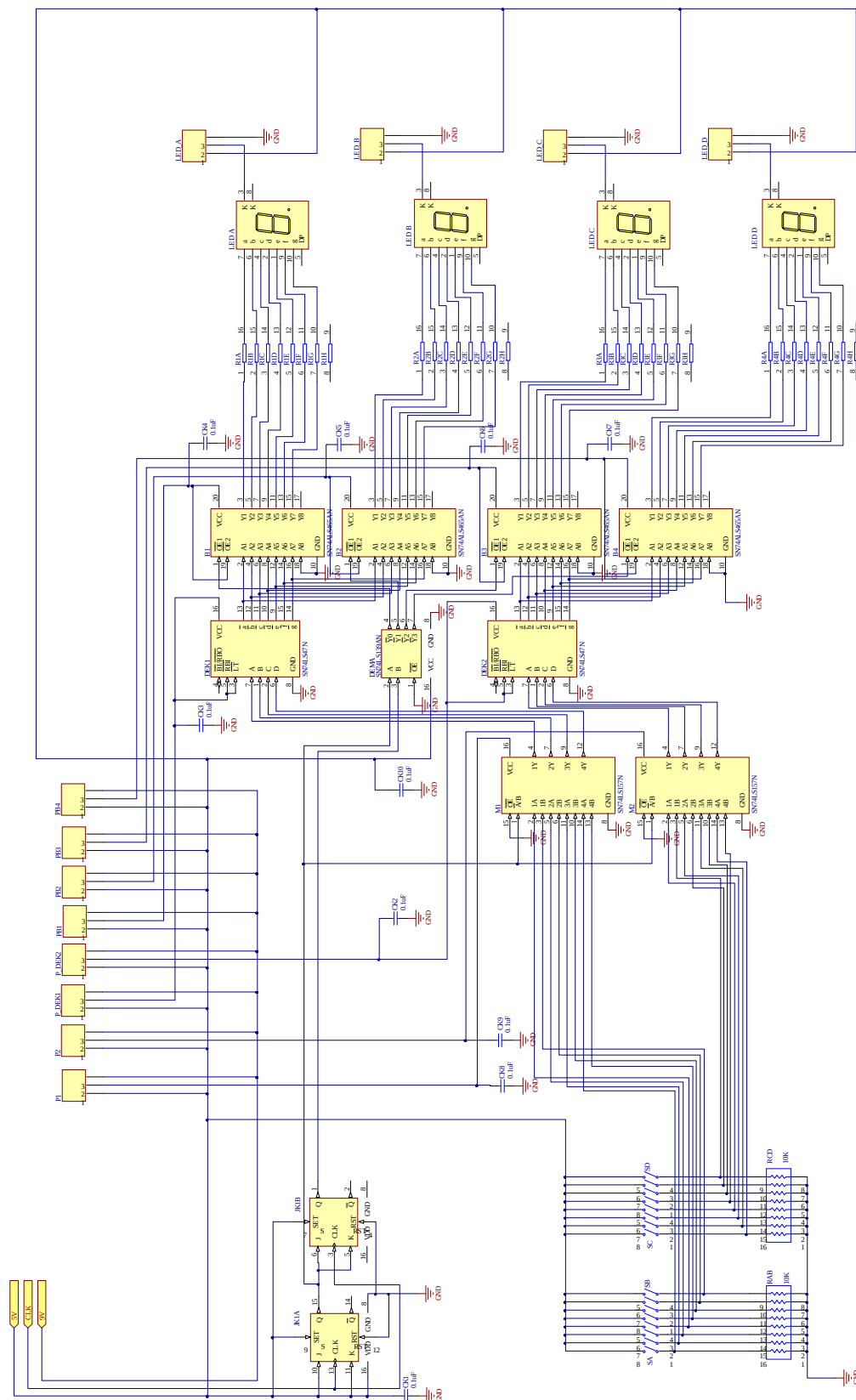
Razvojni modul treba da omogući brzu i jednostavnu zamenu komponenti, tako da je prilikom projektovanja ostavljena mogućnost njene zamene sličnom komponentom drugih proizvođača. Komponente su uglavnom u DIP (od izraza: *Dual in-line package*) kućištima tako da je na razvojnem modulu u zavisnosti od potrebe na njeno mesto postavljeno odgovarajuće DIP podnožje [1]. Digitalna integrisana kola koja se koriste pri realizaciji laboratorijskih vežbi često imaju potrebu za različitim naponima napajanja pa je ostavljena mogućnost promene

napona sa 9V na 5V. Razvojni modul se napaja ispravljačem koji daje jednosmerni napon od 12V. Kontrola stanja izlaza se vrši takt impulsom koji se generiše pomoću kola NE555 [2]. Frekvencija nije fiksna, već se može menjati promenom otpornosti potencijometra. Na ulazu u multiplekser su postavljeni prekidači pomoću kojih se unose 4 broja u BCD kodu. Da bi se vršilo multipleksiranje, potrebna su dva multipleksera koja rade paralelno. Na izlaz multipleksera se povezuje BCD/7-SEG dekodler koji brojeve iz BCD koda konvertuje u signale kojima se ispisuju brojevi na LED displejima [3]. Pre povezivanja displeja vrši se demultipleksiranje pomoću kola 74LS139 [4]. Ovo kolo se kontroliše sa dva ulaza koja se dovode iz brojača modula 3, koji je realizovan pomoću dva JK flip-flopa. Demultiplekser ima 4 izlaza koja se naizmenično isključuju i tako kontrolišu bafere koji na izlazu daju signal u zavisnosti od kontrolnog signala iz demultipleksera. Na samom kraju su LED displeji koji daju vizuelnu identifikaciju unetih brojeva. Ovi displeji rade naizmenično (u datom trenutku svetli samo jedan displej). Na ovaj način se troši manje energije što je i cilj jedne od laboratorijskih vežbi obuhvaćene ovim razvojnim modulom.

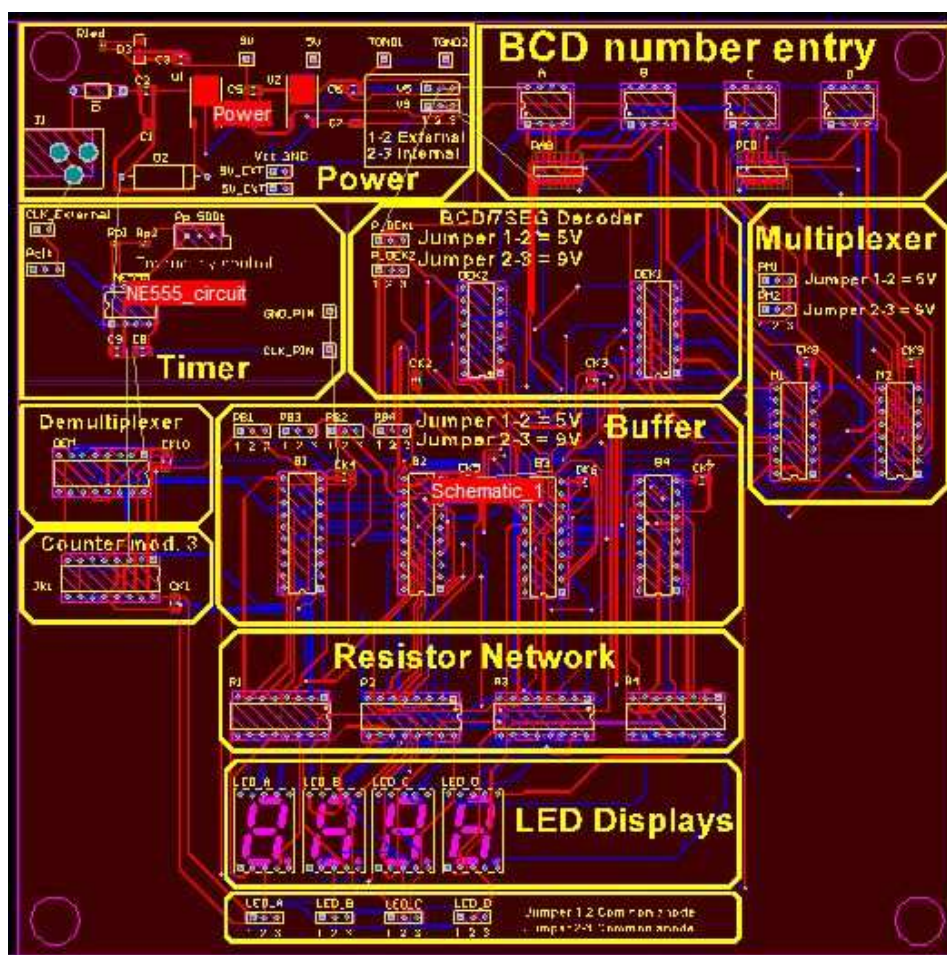


Slika 1. Blok šema uređaja

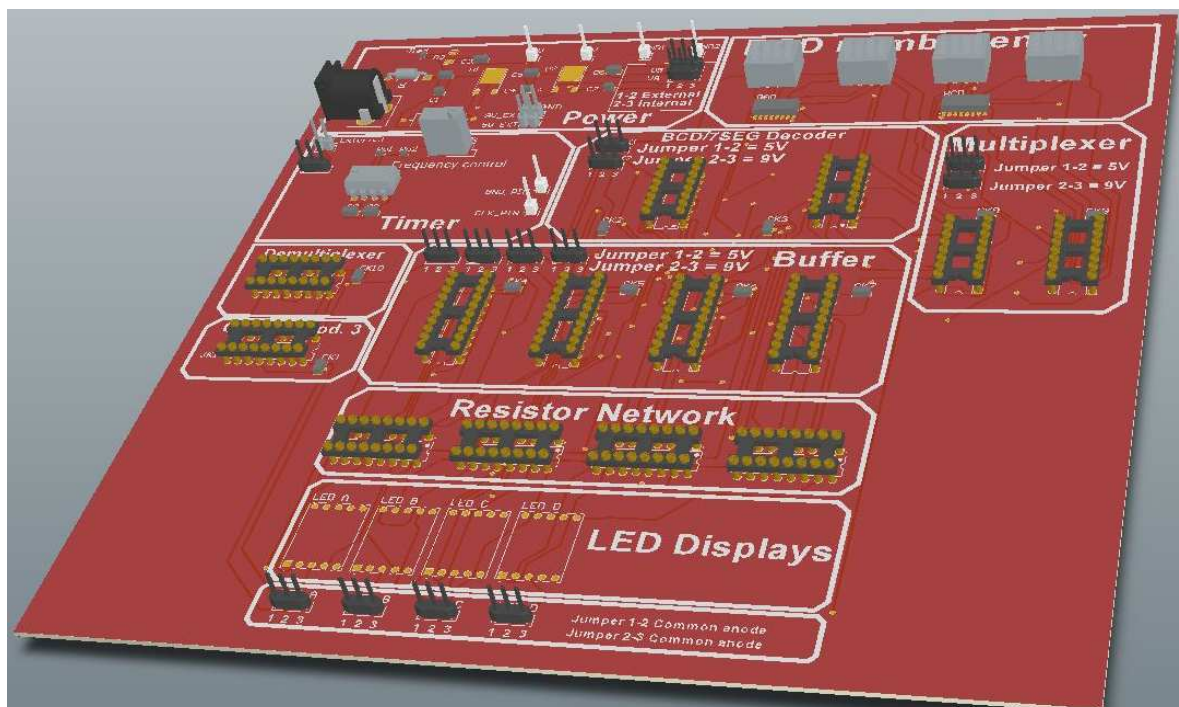
Ljubodrag Avramović, Silvana Simić i Filip Bastić su studenti na smeru Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: ljubodragavramovic@gmail.com



Slika 2. Električna šema



Slika 3. PCB layout



Slika 4. 3D prikaz PCB-a

B. Korišćene komponente

Komponente su odabrane na osnovu dva kriterijuma: da svaka komponenta ima svoju zamenu (u smislu komercijalne dostupnosti) i da su jeftine sa dobrim karakteristikama. Komponente su uglavnom "through hole", ali gde god je moguće postavljene su SMD komponente zbog svojih malih dimenzija i velike mehaničke izdržljivosti.

Komponente za izradu napajanja:

- DC Power Jack 2.1 mm
- L78M09 i L78M05 regulatori napona
- Dioda 1N4007
- Zener diode ZY13
- LED
- 3 Al-elektrolitska kondenzatora 220nF/25V
- 4 keramička kondenzatora 100nF/100V
- SMD otpornik 750R

NE555 clock generator:

- NE555 tajmer
- 2 keramička SMD kondenzatora
- SMD otpornik
- Potenciometar

Ostatak kola:

- DIP16 i DIP20 podnožja
- 4 DIP prekidača
- HCF4027 Dual JK Flip-Flop
- 4 7-Segmentna displeja

III. ŠTAMPANA PLOČA

Štampana ploča, električna šema i 3D model razvojnog modula su projektovani u Altium Designer-u.

PCB layout i 3D prikaz PCB-a prikazani su na slikama 3 i 4, respektivno.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dato idealno rešenje sa praktičnom realizacijom jednog modula koji bi bio koristan pri izvođenju laboratorijskih vežbi iz predmeta digitalna mikroelektronika. Realizacijom pomenutog modula naše kolege bi imale znatno više mogućnosti pri izvođenju laboratorijskih vežbi a samim tim i povećanje praktičnog znanja, rad sa protopločama, koji je inače vremenski dosta dug, smanjio bi se na minimum.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja praktični deo ispita "Digitalna mikroelektronika" na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi (VI semestar). Autori rada zahvaljuju se svim nastavnicima i saradnicima sa Katedre za mikroelektroniku na znanju koje su nam pružili, što je bilo od neprocenjive koristi prilikom realizacije rada.

LITERATURA

- [1] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Dual_in-line_package
- [2] NE555 datasheet. Dostupno na: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/SGSThomsonMicroelectronics/mXvzqv.pdf>
- [3] Display decoder. Dostupno na http://www.electronicstutorials.ws/combinational/comb_6.html
- [4] 74LS139 datasheet: Dostupno na: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/120/375384_DS.pdf

Automat za elektronsku bravu

S. Spasić, G. Spasić, D. Kostić, I. Zlatković

Sadržaj - U radu je prikazan automat za elektronsku bravu automat po aktiviranju tastera drži otključanu bravu u trajanju od 5 sekundi, što je praćeno zvučnim signalom iz zujalice i svetlom LED diode.

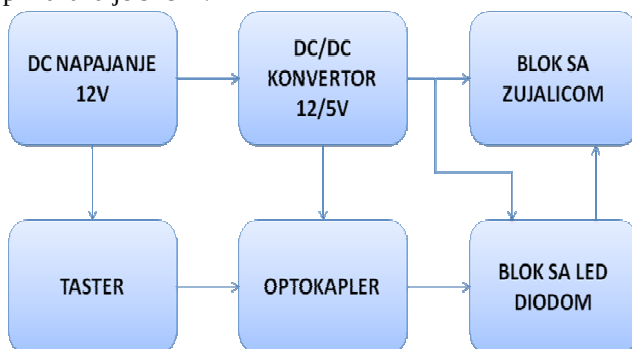
I. UVOD

U današnje vreme sve je veća potreba za ograničavanjem pristupa određenim prostorijama ili objektima. Ovaj problem se može rešiti upotrebom mehanike ili elektronskih komponenta. U radu je opisana izrada brave bazirane na elektronskim komponentama.

II. RAZVOJ UREĐAJA

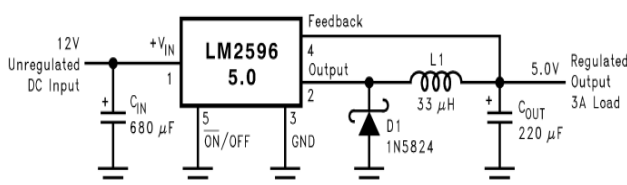
A. Princip rada

Uređaj se aktivira pritiskom na taster nakon čega se preko dela sa optokaplerom aktiviraju blok sa zujalicom i blok sa LED diodom. Blok šema kompletnog uređaja prikazana je slici 1.



Slika 1. Blok šema uređaja

Blok za napajanje sadrži kontakte za eksterno napajanje, zaštitu od suprotne polarizacije i od prednapona. Uređaj se napaja sa 12 V DC, ovaj napon se vodi na taster i na DC/DC konvertor (slika 2.) preko koga dobijamo napon od 5V koji služi za napajanje dela sa optokaplerom, zujalicom i LED diodom.

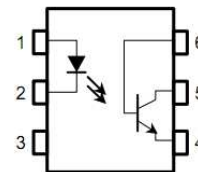


Slika 2. Šema DC/DC konvertora

S. Spasić, G. Spasić, D. Kostić, I. Zlatković su studenti na modulu Mikroelektronika i mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: kosta_rule@hotmail.com

Uloga tastera jeste da aktivira bravu, on je povezan na 12V sa jedne, i optokapler sa druge strane. Prilikom pritiska na taster aktivira se optokapler. Optokapler tada aktivira blokove sa LED diodom i zujalicom.

Glavna uloga optokaplera je da fizički odvoji mrežu za napajanje od uređaja. On se postavlja iz bezbednosnih razloga da bi se uređaj zaštitio od raznih oscilacija i pada napona na mreži. Korišćen je optokapler sa oznakom CNY17-1 prikazan na slici 3.

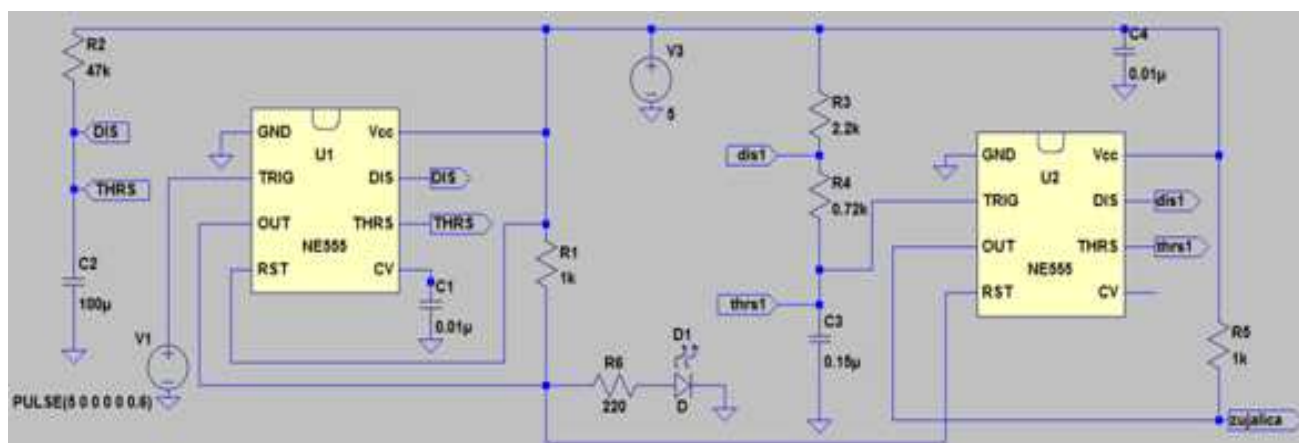


Slika 3. Optkapler CNY17-1

Zadatak bloka sa LED diodom jeste da obezbedi neki vremenski period tokom kojeg će svetleti LED dioda, u ovom slučaju 5s. Ovde je korišćeno NE555 kolo koje u zavisnosti od toga kako je povezano, da li u monostabilnom ili astabilnom režimu, daje određeni vremenski period napajanje ili određenu frekvenciju izlaznog signala. U monostabilnom režimu ovo kolo daje konstantan izlazni signal tokom nekog vremenskog perioda, ovaj period se može kontrolisati veoma jednostavno izborom dve komponente, kondenzatora i otpornika.

Kod bloka sa zujalicom je iskorišćeno NE555 kolo povezano u astabilnom režimu, jer je na izlazu bio potreban signal određene frekvencije koji će aktivirati zujalicu. Korišćena je zujalica koja radi na $f=4\text{kHz}$ pa je bilo potrebno da se prilagodi kolo, tako da se na izlazu dobije signal frekvencije $f=4\text{kHz}$. Određivanje frekvencije je takođe jednostavno, i vrši se odabirom dva otpornika i jednog kondenzatora.

Naravno bilo je potrebno da zujalica radi isti vremenski period kao i LED dioda, tj. bilo je potrebno resetovati NE555 kolo, inače bi zujalica radila neograničeno dugo. To je izvedeno tako što je kontakt za resetovanje povezan ispred LED diode. U trenutku kada napon na izlazu iz NE555 kola, povezanog u monostabilnom režimu, padne (za resetovanje je potrebna zadnja ivica signala) dioda se gasi, a samim tim se resetuje i NE555 kolo povezano u astabilnom režimu i zujalica prestaje da radi. Na slici 4. je prikazan deo elektricna seme realizovanog uređaja.



Slika 4. Električna šema uređaja

B. Proračun elemenata

Vremenski period tokom kojeg će svetleti LED dioda se može lako odrediti odabirom otpornika R2 i kondenzatora C2. Formula po kojoj se izračunava taj vremenski period je:

$$t = 1.1 \cdot R2 \cdot C2 \quad (1)$$

Iskorišćeni su otpornik $R2 = 47k\Omega$ i kondenzator $C2 = 100\mu F$. Za odabrane vrednosti otpornika i kondenzatora dobijen je vremenski period od $t = 5.17s$.

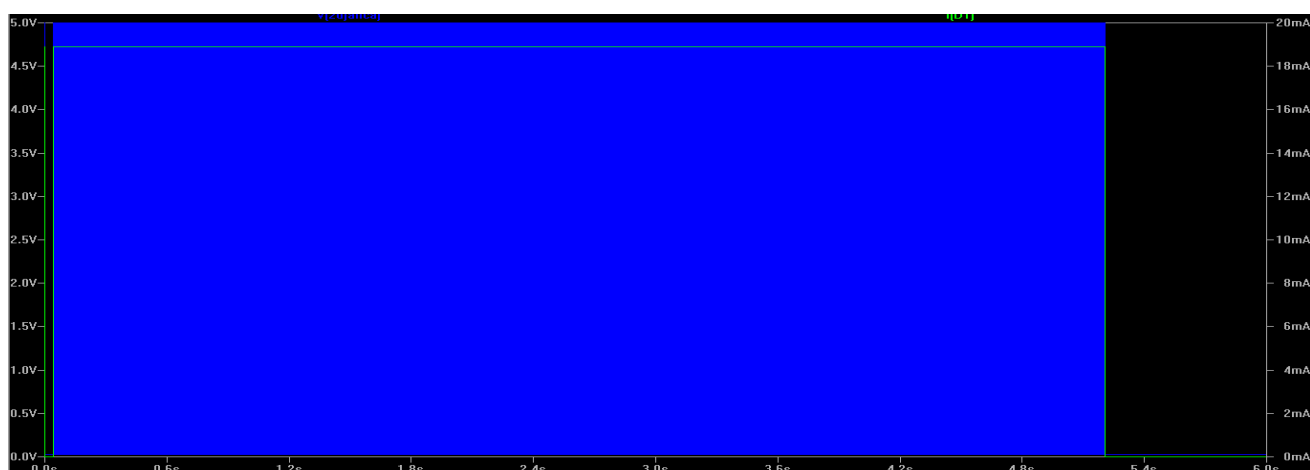
Frekvencija izlaznog signala se kontroliše pomoću otpornika R3 i R4 i kondenzatora C3, a formula za izračunavanje frekvencije je:

$$f = 1.44 / ((R3 + R4 \cdot 2) \cdot C3) \quad (2)$$

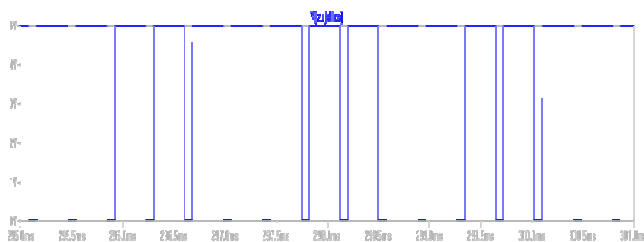
Korišćeni su kondenzator $C3 = 0.15\mu F$, otpornik $R3 = 2.2k\Omega$ i umesto otpornika $R4 = 720\Omega$ korišćen je trimer 0-1k Ω , kojim smo tačno podešavali frekvenciju.

C. Simulacija uređaja

Simulacija rada uređaja je uradjena u programu LT Spice IV [www.linear.com/designtools/software] gde je umesto DC/DC konvertora upotrebljen generator jednosmernog 5V, i umesto tastera i dela sa optokaplerom impulsni generator, koji služi za aktiviranje kola, što se i vidi ne celokupnoj šemi uređaja na slici 3. Na slici 4. je prikazan rezultat simulacije. Zelenom bojom je prikazan grafik struje kroz LED diodu, a plavom bojom je prikazan signal kroz zujalicu. Signal kroz zujalicu je velike frekvencije pa se zbog toga vidi na slici kao jedan obojeni deo. Kada se slika zumira vidi je da je to signal frekvencije 4kHz (slika 5b.). Sa slike rezultata simulacije se vidi da se istog trenutka kada prestane da protice struja kroz LED diodu, prestaje sa radom i zujalica, što je pomenuto u prethodnom trektu.



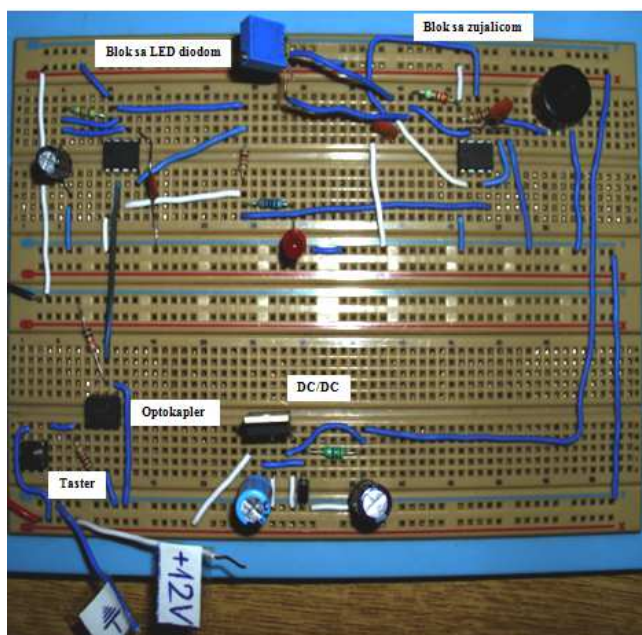
Slika 5a. Rezultat simulacije



Slika 5b. rezultati simulacije

D. Izrada uređaja

Uređaj je praktično realizovan na protopločici korišćenjem i povezivanjem komponenti kao na šemi simulacije u programu LT Spice. Za DC/DC konvertor korišćen je kolo LM 2596 sa određenim komponentama da bi ulazni napon od 12V bio stabilisan i konvertovan u napon od 5V potreban za napajanje različitih blokova uređaja.



Slika 6. Uređaj povezan na protopločici

E. Korišćene komponente

Naravno za realizaciju je bilo potrebno koristiti razne komponente, u daljem tekstu ćemo navesti koje su to komponente:

- Otpornike- 47kΩ, 10kΩ, 2.2kΩ, tri od 1kΩ i 220Ω
- Trimer- 0Ω-1kΩ

- Keramičke kondenzatore- dva od 0.01μF i 0.15μF
- Elektrolitske kondenzatore- 100μF, 220μF, 680μF
- Kalem- 33μH
- Diode- 1N5824, crvenu LED
- Kola- dva NE555, LM2596
- Optokapler- CNY17-1
- Taster-
- Zujalica- koja radi na 4kHz

Sve komponente su odabrane nakon raznih proračuna koji su vršeni, kako bi se dobili zahtevani rezultati.

III. BUDUĆI RADOVI

Što se tiče aktiviranja automata može se koristiti taster a može se i unaprediti uređaj, i umesto tastera staviti neki drugi uređaj. To može biti tastatura koja će aktivirati automat unosom određenog koda, čitač magnetnih kartica, neki tajmer koji će aktivirati automat u određenom trenutku itd.

IV. ZAKLJUČAK

Dobijen je automat za elektronsku bravu koji se može koristiti gde god je potrebno ograničiti pristup nekoj prostoriji ili objektu. Ima velike prednosti u odnosu na mehanicke sisteme, jednostavan za rukovanje i jednostavne izrade.

LITERATURA

- [1] Karakteristike kola LM2596 dostupne na <http://www.national.com/ds/LM/LM2596.pdf>
- [2] Karakteristike optokaplera CNY17-1 dostupne na <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/d/0jedoh4ph3rpg669tyx5u9dy7lky.pdf>
- [3] Karakteristike kola NE 555 dostupne na http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE_SA_S_E555_C_2.pdf
- [4] Izveštaje sa laboratorijskih vežbi radenih iz predmeta analogna mikroelektronika
- [5] LT Spice IV, software. [On Line]. Dostupno na: www.linear.com/designtools/software
- [6] Karakteristike zujalice dostupne na http://www.alibaba.com/product-gs/648162453/14mm_4khz_piezo_Buzzer_External_drive.html

Projektovanje mikrotalasnih tranzistorskih oscilatora korišćenjem programskog paketa ADS

Vladica Đorđević, Dejan Vukić

Sadržaj - U radu je opisano projektovanje mikrotalasnog tranzistorskog oscilatora korišćenjem programskog paketa ADS (Advanced Design System). Na osnovu teorije o projektovanju dvoprilaznih oscilatora, projektovan je tranzistorski oscilator fiksne frekvencije koji svoj rad bazira na konceptu negativne otpornosti. Prvo je ispitana stabilnost tranzistora, a zatim je projektovana izlazna mreža za prilagođenje koja služi za dobijanje odgovarajućeg prilagođenja, i mreža opterećenja koja određuje frekvenciju oscilovanja.

I. UVOD

Oscilatori su električna kola koja služe za dobijanje signala određene frekvencije. Mikrotalasni oscilatori su projektovani tako da konvertuju DC energiju u energiju mikrotalasnog signala i predstavljaju osnovni izvor mikrotalasne energije za sve mikrotalasne sisteme.

Tipičan mikrotalasni oscilator u osnovi se sastoji od: aktivnog elementa (Gunn dioda, IMPATT dioda ili tranzistor) i pasivnog rezonantnog elementa (dielektrični rezonator, mikrostrip rezonator, zapreminski rezonator, varaktor ili YIG rezonator).

Projektovanja mikrotalasnih oscilatora, se bazira na konceptu negativne otpornosti, pri čemu se kao element negativne otpornosti koristi dioda ili tranzistor. U slučaju primene diode, koristi se Gunn ili IMPATT dioda zbog svoje negativne otpornosti. Međutim, u slučaju primene tranzistora za realizaciju oscilatora potrebno je postojanje redne ili paralelne povratne sprege, kako bi se tranzistori ponašali kao negativne otpornosti [1].

Za razliku od tranzistora namenjenih za realizaciju pojačavača, kod kojih se zahteva visok stepen stabilnosti, kod tranzistora za oscilatore zahteva se visok stepen nestabilnosti. Glavne prednosti oscilatora sa tranzistorima u odnosu na oscilatore na bazi dioda su visoka efikasnost i nizak šum. Jedina mana oscilatora sa tranzistorima je niža maksimalna frekvencija oscilovanja u odnosu na diodne oscilatore.

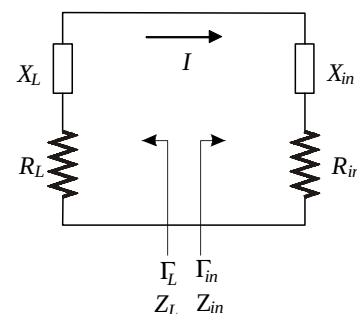
Cilj ovog rada je upoznavanje sa osnovnim koracima u postupku projektovanja dvoprilaznog mikrotalasnog oscilatora koji svoj rad bazira na konceptu negativne otpornosti. Za projektovanje je korišćen programski paket ADS [2]. Nakon Uvoda, u delu II opisan je princip rada jednoprilaznih i dvoprilaznih oscilatora. Primer projektovanja dvoprilaznog oscilatora za radnu frekvenciju

Vladica Đorđević i Dejan Vukić su sa Katedre za telekomunikacije, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: vvlaaddiiccaa@gmail.com, dejanvukic88@gmail.com.

od 2.75 GHz, prikazan je u delu III. Najvažniji zaključci dati su u delu IV.

II. PRINCIP RADA OSCILATORA

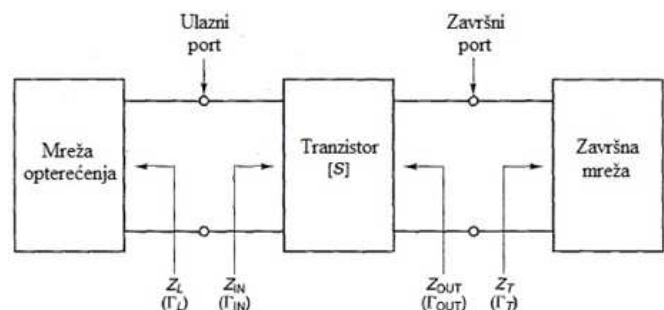
Opšti šematski dijagram za jednoprilazne oscilatore čiji se rad bazira na konceptu negativne otpornosti dat je na Slici 1. Na slici se može uočiti aktivni element, koji je predstavljen preko aktivnog (R_{in}) i reaktivnog (X_{in}) dela impedanse Z_{in} , i pasivni rezonantni element, koji je predstavljen preko aktivnog (R_L) i reaktivnog (X_L) dela impedanse Z_L .



Sl.1. Kolo jednoprilaznog oscilatora sa negativnom otpornošću

U slučaju da postoje oscilacije, kroz kolo protiče naizmenična struja I. Kako bi se zadovoljio II Kirhofov zakon, pošto je $R_L > 0$, mora biti ispunjen uslov $R_{in} < 0$, tj. otpornost aktivnog elementa mora biti negativna. Dok na pozitivnoj otpornosti uvek imamo disipaciju energije, sa druge strane negativna otpornost se ponaša kao izvor energije jer tada važi da je $|\Gamma_{in}| > 1$.

Uopšteni blok dijagram dvoprilaznih oscilatora čiji se rad bazira na konceptu negativne otpornosti dat je na Slici 2.



Sl.2. Model dvoprilaznog oscilatora

Sa Slike 2, se može videti da su tri osnovna bloka u modelu dvoprilaznog oscilatora: tranzistor (opisan svojim S parametrima), završna mreža i mreža opterećenja. Kada je tranzistor potencijalno nestabilan, model dvoprilaznog oscilatora je moguće predstaviti pomoću jednoprilaznog elementa negativne otpornosti, Slika 1. Pošto će R_{in} postajati sve manje negativno sa porastom snage oscilatora, neophodno je da se R_L izabere tako da važi $R_{in} + R_L < 0$. U praksi se obično koristi:

$$R_L = -\frac{R_{in}}{3}, \quad (1)$$

dok se reaktivni deo impedance Z_L bira tako da kolo bude u rezonansi,

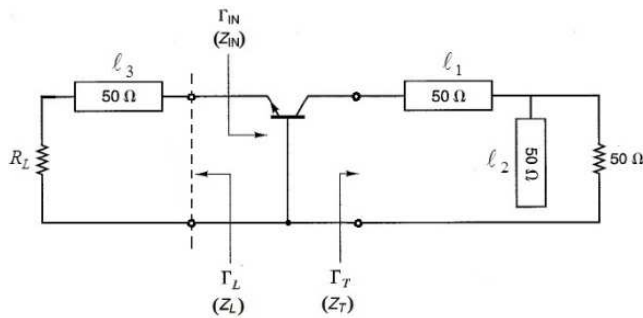
$$X_L = -X_{in}, \quad (2)$$

III. PRIMER PROJEKTOVANJA DVOPRILAZNOG OSCILATORA U PROGRAMSKOM PAKETU ADS

Numerički rezultati prikazani u ovom radu odnose se na projektovanje tranzistorskog oscilatora, koji koristi BJT u konfiguraciji sa zajedničkom bazom, kao što je dato na Slici 3. Oscilator treba projektovati za radnu frekvenciju od 2.75 GHz. S parametri tranzistora za datu frekvenciju su: $S_{11} = 0.9 \angle 150^\circ$, $S_{21} = 1.7 \angle -180^\circ$, $S_{12} = 0.07 \angle 120^\circ$ i $S_{22} = 1.08 \angle -56^\circ$

Izlazna mreža za prilagođenje se sastoji iz jedne redne i jedne paralelne sekcije 50Ω -skih transmissionih linija dužina ℓ_1 i ℓ_2 , respektivno. Mreža opterećenja, koja određuje frekvenciju oscilovanja, se sastoji iz jedne redne sekcije 50Ω -ske transmisionne linije dužine ℓ_3 .

Pri projektovanju oscilatora, najpre se ispituje stabilnost tranzistora, a potom se vrši određivanje elemenata završne mreže i mreže opterećenja.



Sl.3. Kolo tranzistorskog oscilatora

Od tranzistora koji se koriste u oscilatorima se zahteva visok stepen nestabilnosti. Ispitivanje stabilnosti tranzistora se svodi na određivanje faktora stabilnosti K i parametra $|\Delta|$ na osnovu njegovih S parametara. Da bi tranzistor radio u stabilnom režimu, mora biti ispunjen uslov da je $K > 1$ i $|\Delta| < 1$.

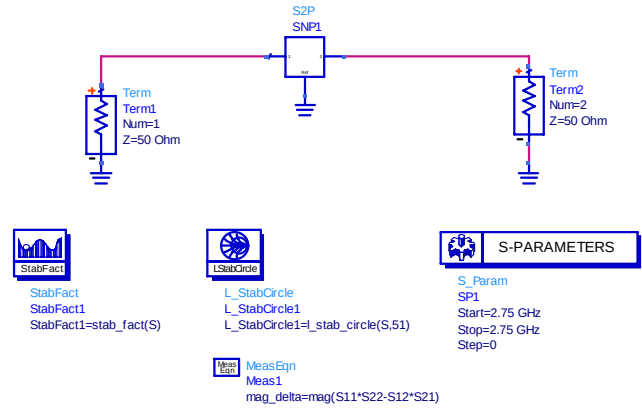
Faktor stabilnosti se određuje na osnovu sledeće formule:

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|}. \quad (3)$$

Veličina $|\Delta|$ (mag_delta) tj. moduo determinante S matrice, se dobija na osnovu jednačine koja je definisana u okviru Meas Eqn bloka:

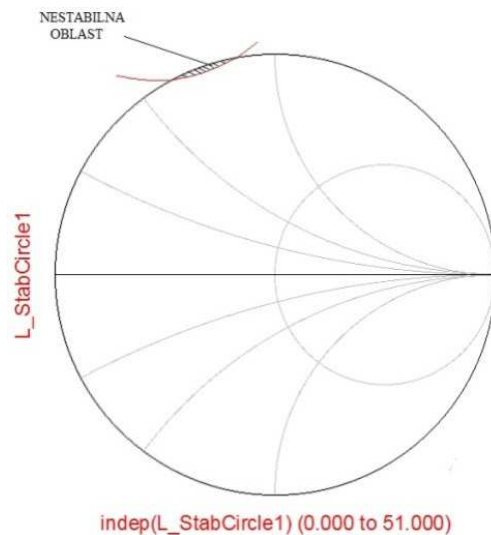
$$|\Delta| = |S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}|. \quad (4)$$

Na Slici 4, prikazana je odgovarajuća šema u programu ADS za ispitivanje stabilnosti tranzistora [3]. Na šemi možemo uočiti blok StabFact koji služi za određivanje faktora stabilnosti, kao i blok L_StabCircle kojim se iscrtava kružnica stabilnosti na izlazu, Slika 5.



Sl.4. Šema za ispitivanje stabilnosti tranzistora

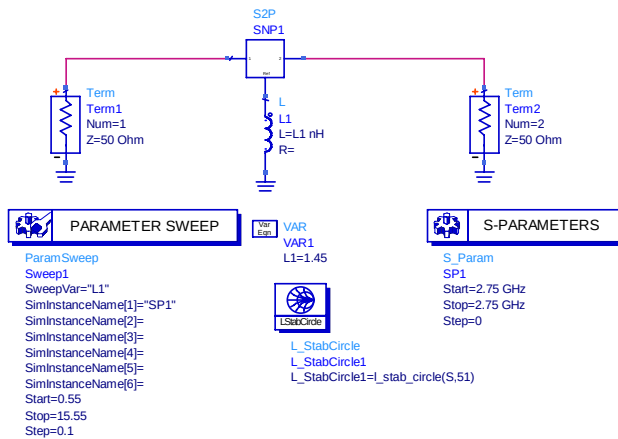
Na Slici 5, prikazana je kružnica stabilnosti koja je dobijena simulacijom kola sa Slike 4.



Sl.5. Kružnica stabilnosti

Dobijeno je $K = -0.645$ i $|\Delta| = 0.907$. Na osnovu dobijenih brojnih vrednosti, može se videti da je $K < 1$, tj. nije ispunjen uslov stabilnosti pa je tranzistor potencijalno nestabilan, ali se na Slici 5 može videti da je oblast nestabilnosti u radu tranzistora veoma mala.

Kako bi se povećala oblast nestabilnosti, neophodno je korišćenje redne ili paralelne povratne sprege pri čemu je element povratne sprege induktivnost u kolo baze [4], Slika 6.



Sl.6. Šema u kojoj tranzistor ima kalem u kolo baze

Svpujući vrednost induktivnosti, u opsegu uobičajeno korišćenih vrednosti (od 0.55 nH do 15.55 nH), može se videti da je nestabilnost na ulazu i izlazu najveća pri vrednosti $L = 1.45$ nH, a to u stvari znači da su za tu vrednost induktivnosti postignute najveće amplitude parametara $|S_{11}|$ i $|S_{22}|$, i zadovoljeni uslovi $|S_{11}| > 1$ i $|S_{22}| > 1$.

Rezultujući S parametri mreže sa Slike 6 su:

$$S'_{11} = 1.72 \angle 100^\circ, S'_{21} = 2.08 \angle -136^\circ, S'_{12} = 0.714 \angle 95^\circ \text{ i } S'_{22} = 1.16 \angle -102^\circ$$

Ovde kao završni port može da se koristi ili ulazni ili izlazni port. Pa je za realizaciju mreže sa prilagođenim opterećenjem izabran port na strani emitora (EB), a za završnu mrežu port na strani kolektora (CB). Kružnica stabilnosti na izlazu data je na Slici 7. Vidi se da je oblast nestabilnosti dosta velika.

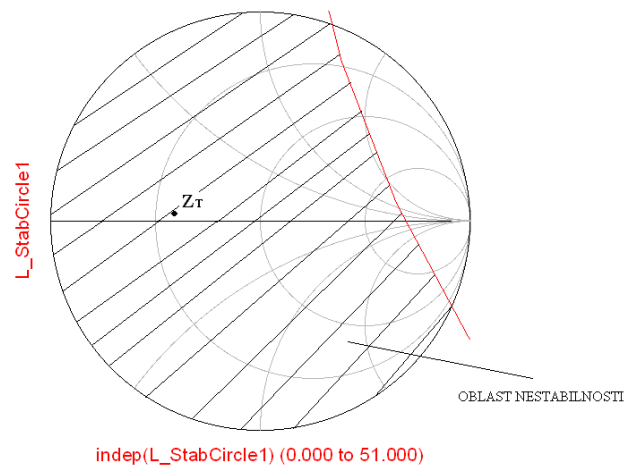
Zatim se bira vrednost Γ_T u oblasti nestabilnosti, i za tu odabranu vrednost se određuje Z_T .

Ako se izabere da je $\Gamma_T = 0.42 \angle 171^\circ$ tada je:

$$Z_T = Z_0 \frac{1 + \Gamma_T}{1 - \Gamma_T} \quad (5)$$

pa sledi da je $Z_T = (20.5 + j3.3)\Omega$.

Nakon toga sledi projektovanje izlazne mreže za prilagođenje sa jednom rednom i jednom paralelnom sekcijom 50Ω-skih transmisivnih linija.



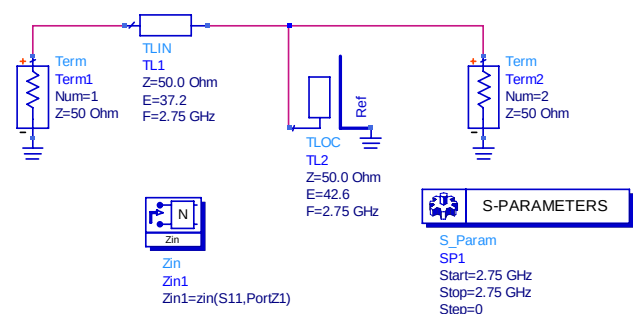
Sl.7. Kružnica stabilnosti

Pomoću Smitovog dijagrama [5] dobija se da dužina redne sekcije treba da bude $l_1 = 0.103\lambda$, a dužina paralelnog otvorenog ogranka $l_2 = 0.118\lambda$. Ovakva mreža konvertovaće impedansu od 50Ω u impedansu Z_T .

Na Slici 8 prikazana je šema izlazne mreže za prilagođenje sa jednom rednom i jednom paralelnom sekcijom 50Ω-skih transmisivnih linija. Blok TLIN opisuje transmisivnu liniju koja je okarakterisana svojom karakterističnom impedansom (Z), električnom dužinom (E) i frekvencijom (F). Električna dužina se dobija na osnovu dobijene fizičke dužine, tj.

$$E = \beta l = \frac{2\pi}{\lambda} l, \quad (6)$$

i u ovom slučaju je zadata u stepenima.



Sl.8. Šema izlazne mreže za prilagođenje sa jednom rednom i jednom paralelnom sekcijom 50Ω-skih transmisivnih linija

Šema sa Slike 8, služi za proveru proračuna impedanse Z_T i koeficijenta refleksije Γ_T . Za odabranu vrednost Γ_T , izračunava se Γ_{in} pomoću izraza:

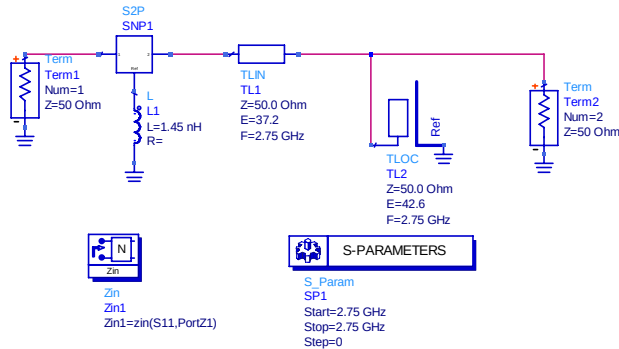
$$\Gamma_{in} = S'_{11} + \frac{S'_{12} S'_{21} \Gamma_T}{1 - S'_{22} \Gamma_T}, \quad (7)$$

odakle je

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1 + \Gamma_{in}}{1 - \Gamma_{in}} \quad (8)$$

U datom slučaju, dobija se da je $\Gamma_{in} = 2.14 \angle 115.36^\circ$ i $Z_{in} = (-24.1 + j26.1)\Omega$.

Na Slici 9, prikazana je šema koja služi za proveru rezultata proračuna Γ_{in} i Z_{in} .



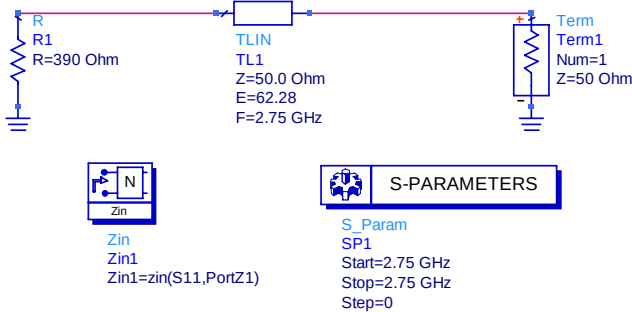
Sl.9. Šema za simulaciju Γ_{in} i Z_{in}

Impedansa Z_L se određuje uz pomoć sledećeg izraza:

$$Z_L = -\frac{R_{in}}{3} - jX_{in} \quad (9)$$

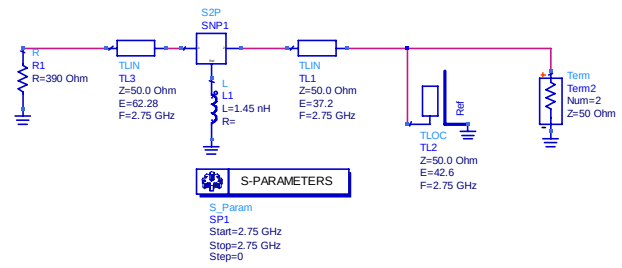
Dobija se da je $Z_L = (8 - j26.1)\Omega$.

Pomoću Smitovog dijagrama dobija se da dužina redne sekcije mreže opterećenja treba da bude $l_3 = 0.173\lambda$. Korišćenje $R_{in}/3$ treba da osigura nestabilnost početnih oscilacija. Najlakši način da se dobije impedansa Z_L je korišćenje opterećenja od 390 Ω na kraju kratke sekcije linije. Na Slici 10, data je šema za proveru vrednosti koja je dobijena uz pomoć jednačine (9).



Sl.10. Šema za određivanje impedanse Z_L

Izgled krajnje šeme ovog dvoprilaznog oscilatora prikazan je na Slici 11.



Sl.11. Krajnja šema dvoprilaznog oscilatora baziranog na konceptu negativne otpornosti

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršeno projektovanje tranzistorskog mikrotalasnog oscilatora korišćenjem programskog paketa za projektovanje mikrotalasnih kola ADS.

Za projektovanje je odabran tranzistorski oscilator, koji koristi BJT u konfiguraciji sa zajedničkom bazom. Oscilator je projektovan na frekvenciji 2.75 GHz. Najpre je ispitana stabilnost korišćenog tranzistora. Oblast nestabilnosti, koja je u datom slučaju veoma mala, je povećana dodavanjem kalema u kolo baze. Svipovanjem vrednosti induktivnosti, dobijena je optimalna vrednost pri kojoj su postignute najveće amplitude parametara $|S_{11}|$ i $|S_{22}|$, i zadovoljeni uslovi $|S_{11}| > 1$ i $|S_{22}| > 1$. Nakon toga je projektovana izlazna mreža za prilagođenje sa jednom rednom i jednom paralelnom sekcijom 50 Ω -skih transmisionih linija. Zatim je projektovana mreža opterećenja sa jednom rednom sekcijom 50 Ω -ske transmisionne linije.

LITERATURA

- [1] D. M. Pozar, „Microwave Engineering”, Second Ed., University of Massachusetts of Amherst, 2005., pp. 585-599.
- [2] Advanced Design System 2008 Update 2, Quick Start, <http://edocs.soco.agilent.com/display/ads2008U2/Advanced+Design+System+Quick+Start>, posećeno: 15.10.2012. godine.
- [3] J. P. Silver, „Stability Considerations”, http://www.odyseus.nildram.co.uk/RFMicrowave_Theory_Files/Stability.pdf, posećeno: 16.10.2012.god.
- [4] G. Gonzales, „Microwave transistor amplifiers - analysis and design”, Second Ed., Prentice Hall, 1997., Chapter 5, pp. 384 – 432.
- [5] Reinhold Ludwig, Pavel Bretcho, „RF Circuit Design”, Prentice Hall, 2000., Chapter 3, pp. 101 – 133.

Muscle Stimulator Unit

M. Živković, S. Rančić

Abstract - Anyone who has ever visited the clinic of a physiotherapist or a sports masseur will have been amazed at the large amount of complex-looking equipment to be found there. In this area, as in many others, modern technology (and in particular electronics technology) has become indispensable in a relatively short time. Electrical muscle stimulation (EMS), also known as neuromuscular electrical stimulation (NMES), is the elicitation of muscle contraction using electric impulses. EMS has received increasing attention in the last few years, because it has the potential to serve as: a strength training tool for healthy subjects and athletes; a rehabilitation and preventive tool for partially or totally immobilized patients; a testing tool for evaluating the neural and/or muscular function in vivo; a post-exercise recovery tool for athletes.

I. INTRODUCTION

In medicine EMS is used for rehabilitation purposes, for instance in physical therapy in the prevention of disuse muscle atrophy which can occur for example after musculoskeletal injuries, such as damage to bones, joints, muscles, ligaments and tendons. This paper represents Muscle Stimulator Unit (MSU). Microcontroller is used for control of stimulation parameters such as stimulation frequency, pulse width, inter pulse duration and pulse amplitude. Two electrodes are attached to some part of the body a small ways apart, and a pulsating current is passed between the electrodes. The objective of this is to stimulate the muscle located between the electrodes.

II. PRINCIPLE OF OPERATION

MSU works by applying a current across a muscle using one or several pairs of electrodes at opposite ends of the targeted muscle. This current then creates a potential gradient, similar to a neural stimulus, which forces the muscle into contraction the same way a neural stimulus does naturally. Muscles come in different size and shape, which also determines the maximal force, susceptibility to fatigue, and the time for a twitch. Thus the parameters of stimulation must be adapted to muscle type. According to today's suggested practice slow muscles are trained with weaker, but sustained tonic activation, and fast muscles are rather trained with shorter, but more intense phasic stimuli [1]. The electrodes act as cathode and anode and work to depolarize the plasma membranes underneath, thereby generating an action potential [2]. The stimulus signal is created by controller and driving stage (Fig.1). This signal can then be either fed into the electrodes to create a stimulus.

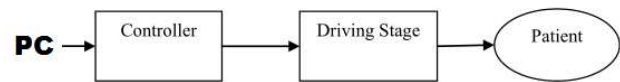


Fig. 1. Block diagram of MSU

Main characteristic of MSU is supporting two mode of operation: 1 – default mode and 2 – programmability mode. Default mode has alternating positive and negative pulses with a width of 256 μ s and a repetition rate of 109 Hz. This corresponds to an idle time of 4.61 ms. The pulses do not appear continuously at the output, but rather in packets or bursts with duration of around one second. A typical burst is illustrated in Figure 2.

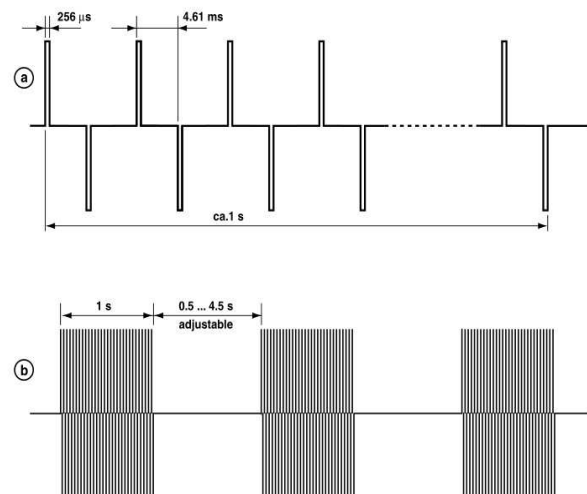


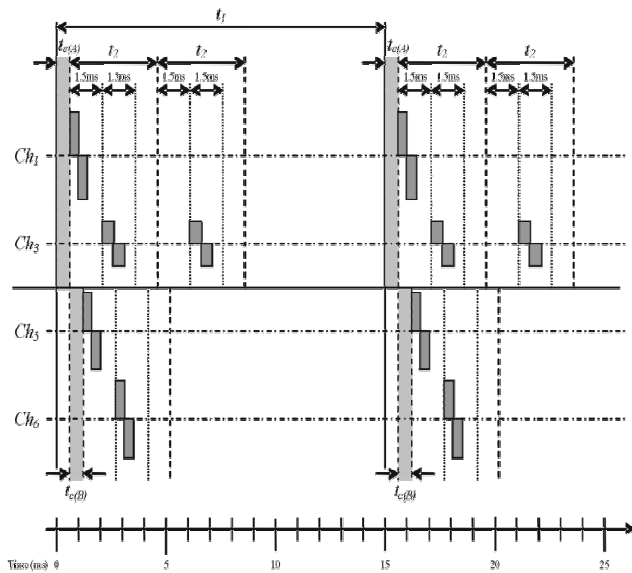
Fig. 2. The pulse signal on MSU

The interval between successive bursts can be set between 0.5 and 4.5 seconds. The resulting signal on the electrodes appears as shown in Figure 2b. The intensity of the shocks depends almost as much on the repetition interval as on the pulse amplitude set by P1 (Fig.4).

MSU uses the standard communication protocol from Sciences Tim [3] on programmability mode 2. This protocol expects the stimulator to be connected to a PC over a serial port connection. The MSU controller receives a series of parameters from PC. The parameters include pulse amplitude, pulse duration, stimulating frequency and inter-pulse duration [4]. Based on these parameters it generates output pulses.

An example of the stimulation pulses can be seen in the following diagram (Fig.3):

M. Živković is with the Ei PCB Factory, Niš, Serbia, Bul. Sv. Cara Konstantina 80-86, email: milan.zivkovic@eipcb.co.rs
 S. Rančić is with the Faculty of Sport and Physical Education, Niš, Serbia, email: sinisarancic@yahoo.com



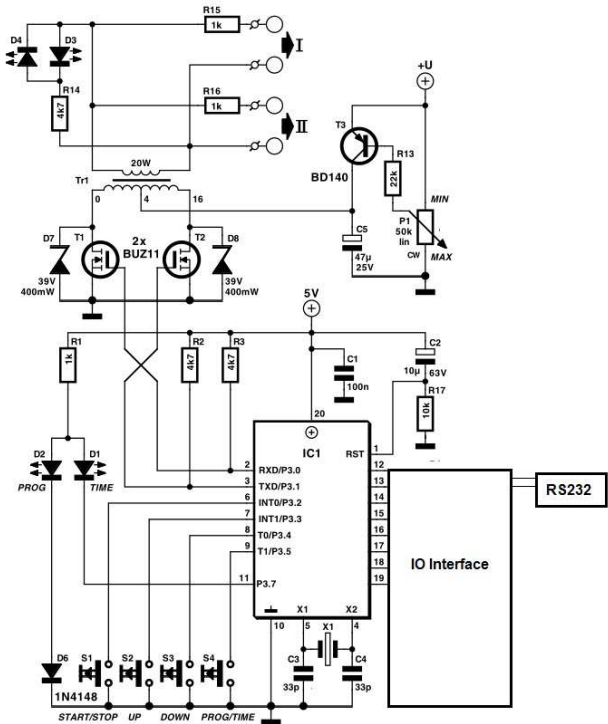
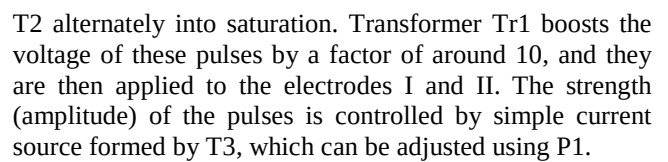
The dark grey rectangles show the stimulation pulses (Fig.3). There are 4 channels being stimulated (Ch_1 , Ch_3 , Ch_5 and Ch_6) so the "Channels to be Stimulated" parameter = [1 3 5 6]. Channels 1 and 3 are on stimulation module A and channels 5 and 6 are on module B. The processor communication with each module takes 0.6ms ($t_{c(A)}$ for module A and $t_{c(B)}$ for module B) and is shown as the light grey areas. The overall frequency of the stimulation is input using the Main Time parameter. In the example this has been set at 15ms (66.67Hz) and shown in the diagram (Fig.3) as t_l . This is also subject to a minimum value:

$$t_1 \geq 1.5 + t_2 * (1 + \max(M_{in})) \quad (1)$$

Where the 1.5 is to cover the computation time required, and M_{in} is the mode input list (an array of either 0, 1 or 2 with an element for each channel). In this example the lowest value for Main Time is $1.5+4*(1+\max([0 \ 1 \ 0 \ 0])) = 9.5\text{ms}$ ($= 105.3\text{Hz}$). These parameters can easily edit with a **Matlab/Simulink interface** [3] for ScienceMode compatible stimulators (Fig.4).

III. HARDWARE

The stimulator hardware structure was realized with one circuit board housing almost all hardware, including LCD display and connectors. Keyboard and LED diodes are integrated in the device front panel. Hardware is designed as a general platform that can be used for realization of various types of possible applications. For that purpose RS232 connector are implemented. The microcontroller is the main part of the MSU and controls all of the stimulator's functional units (e.g. pulse generator, power supply unit and Sciences Tim interface). Microcontroller (IC1) is programmed to generate pulses on its RxD and TxD outputs after the Start/Stop button S1 has been pressed (Fig.4). These pulses drive MOSFETs T1 and



The current source charges electrolytic capacitor C5, and the voltage on this capacitor is used for the output pulses. This approach also ensures that only a certain limited amount of energy reaches the transformer for each time interval, which is very important with regard to safety. LEDs D3 and D4 act as a simple amplitude indicator for the output pulses.

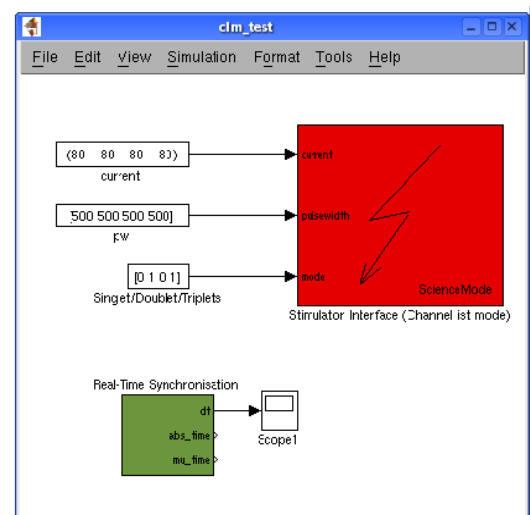


Fig. 5. Matlab/Simulink interface

If a PC with an RS232 port is not available, the stimulator can be directly started and stopped with the button on the interface board. Stimulation will occur while the button is pressed down with default parameters. The 'LED' on the interface board will start flashing, to indicate that stimulation is in progress. An important point is that pulses can never be produced 'by accident' if the start/stop button is pressed at the wrong time. It is always necessary to intentionally select a program and a time (Prog/Time button on Fig.6 or Stimulation/start button on Sciences Tim software) before this button has any effect.



Fig. 6. MSU

IV. CONCLUSION

The MSU stimulator presented in this paper is not bound to particular clinical application, but provides universal platform for therapeutic application in the process of rehabilitation. The most important technical features of the MSU are simple programming with push buttons manually in open loop mode as well as automatic programming with Sciences Tim software in closed loop mode. Thus one can use this stimulator for stimulation of

minor muscles defect as well as critical muscles defect. The MSU stimulator is today in pilot use in rehabilitation institution (Dom Zdravlja in Bela Palanka, Serbia). Muscle Stimulator Unit effects will be considered in the next 12 months through a pilot project with the practical application of device. It will be investigated following treatments of injuries:

1. cutter muscle or muscle spasm after an increase in lactic acid
2. muscle contusions, with and without hematoma,
3. distensio (strain) muscle,
4. deformity of the spine - scoliosis.

Depending on the results achieved, our future research will be focused on one muscle injuries and diagnosis, and current status of patient muscle, where we achieve the greatest effects.

The ultimate goal of the project is mapping Muscle Stimulator Unit, determination of the load and intensity for each muscle group in relation to the diagnosis.

ACKNOWLEDGEMENT

We are grateful to PhD. Danijel Danković from Department of Microelectronic, Faculty of Electronic, University of Niš and Maja Jović, gen. Manager of Ei PCB Factory Niš.

REFERENCES

- [1] Sheila Kitchen, *Electrotherapy : Evidence based practice*, Eleventh Edition, Churchill Livingstone, 2002
- [2] Thierry, Keller, and Kuhn Andreas. "Electrodes for Transcutaneous (surface) Electrical Stimulation." *Journal of Automatic Control* 18.2 (2008): 35-45. Print.
- [3] <http://sciencestim.sourceforge.net/>
- [4] R. J. Weber, "Functional neuromuscular stimulation," in *Rehabilitation Medicine: Principles and Practice*. Philadelphia, PA: Lippincott, 1993.

Multiplayer aplikacija za smart TV kontrolisana pokretom ruke

M. Petrović, M. Milojević, M. Kosanović, S. Stošović

Sadržaj – U ovom radu je predstavljena aplikacija za smart televizore pod nazivom Great Warriors. Ovo je prva smart TV *multiplayer* aplikacija jer omogućava korisniku da igra protiv drugog korisnika, tj. omogućava „igru između televizora i telefona” i „igru između dva televizora”. Aplikacija se zasniva na korišćenju Internet tehnologija i razmeni informacija preko servera. Na taj način u igri mogu učestvovati dva udaljena korisnika, pod uslovom da poseduju Internet konekciju i neki od pomenutih smart uređaja. Integrisana kamera, kojom je opremljen televizor je iskorišćena za prepoznavanje pokreta ruke, pa se kontrola daljinskim upravljačem može zameniti kontrolom pokretom ruke. Aplikacija je razvijena u Samsung smart TV SDK razvojnom okruženju, koje sadrži i emulator za testiranje aplikacija. Za kreiranje aplikacije korišćeni su HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheet*), JavaScript jezik, kao i JQuery biblioteke, dok su za funkcionalnosti servera korišćeni PHP (*Hypertext Preprocessor*) i MySQL (*Structured Query Language*). U radu je, nakon opisa razvoja smart TV tehnologije, dat opis svih funkcionalnosti kao i prikaz specifičnih delova programskog koda neophodnog za realizaciju funkcionalnosti prepoznavanja pokreta ruke, kao i razmene informacija preko PHP servera.

I. UVOD

Razvoj savremenih Web aplikacija pruža mnoge pogodnosti u odnosu na klasične desktop aplikacije [1]. Prednost se pre svega ogleda u mogućnosti da ih, preko Internet konekcije, koriste ne samo računari već i svi drugi uređaji kojima smo okruženi u svakodnevnom životu (tablet računari, televizori, klima uređaji i drugi). Ideja o konvergenciji razvoja Web, mobilnih i desktop aplikacija je već neko vreme prisutna u programerskoj zajednici. U želji da funkcionalnosti računara budu dostupne korisnicima mobilnih uređaja, na tržištu su se pojavili prvo telefoni, koji su svom imenu dodali reč „*smart*” što je trebalo da dočara proširene funkcionalnosti ovih uređaja. Tu osobinu su polako počeli da poprimaju i svi drugi uređaji, pa su se u novije vreme pojavili i „pametni” televizori.

Mario Petrović i Miloš Milojević su studenti na smeru Savremene Računarske Tehnologije i članovi VTŠ Apps Tim Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: mario.petrovic90@gmail.com, milossrt@gmail.com

Miloš Kosanović je saradnik u nastavi na smeru Savremene Računarske Tehnologije na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: mkosanovic@gmail.com

Slavimir Stošović je asistent na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu i koordinator VTŠ Apps Tim, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

Jedan od uspešnih pokušaja integracije širokopojasnog Interneta, Web 2.0 tehnologija i mobilno-orijentisanog hardvera je *smart TV*. Ova integracija pored TV prijemnika podrazumeva i uređaje koji se povezuju na televizore, a obuhvata set-top boksove, blue-ray plejere, konzole za igru, hotelske televizijske sisteme, i druge slične uređaje. Na ovaj način, Smart TV uređaji svojom funkcionalnošću konvergiraju računarima i njihovoj specifičnoj primeni. Pri tome se glavni akcenat stavlja na Internet TV, video na zahtev, online interaktivne sadržaje ali i aplikacije koje se mogu pokrenuti na kućnom TV-u. Sa druge strane, što se tiče klasičnog televizijskog signala (gledanja televizijskih kanala) oni podržavaju sve standarde kao i prethodne generacije televizora i kompatibilnih televizijskih uređaja.

Smart televizori su nasledili naziv od smart telefona (engl. *smartphones*), ali se često sreću i nazivi kao što su "Connected TV" ili "Hybrid TV". Ovi uređaji omogućavaju gledaocu da pretražuje filmove, slike, kao i druge Web sadržaje slično kao u bilo kom Web pretraživaču. Jedan od najpopularnijih servisa koji pružaju ovi televizori je video na zahtev (eng. *video on demand*). Pored ostalog, omogućeno je preuzimanje i instaliranje gotovih aplikacija koje se mogu upotrebljavati u najrazličitije svrhe, od komunikacije na društvenim mrežama, preko pretrage kablovskih i satelitskih TV kanala, naprednih Internet servisa, pa sve do igranja zabavnih igara i čitanja knjiga.

Za razliku od desktop aplikacija i računara, smart televizori se dosta razlikuju, pre svega u samom hardveru. U pogledu resursa smart televizor je dosta siromašniji, iako zadnjih godina na tržište dolaze modeli koji imaju zavidne karakteristike, pa i ugrađenu kameru i mikrofoni. Kod desktop računara korisnik pomoću miša i tastature upravlja računarom, dok je kod televizora ograničen na korišćenje daljinskog upravljača.

U ovom radu je predstavljena aplikacija koja je razvijena za Samsung smart TV, pod nazivom GreatWarriors. Ono što je izdvaja od drugih, do sada razvijenih aplikacija u svetu, je sledeće:

- Aplikacija predstavlja stratešku igru koja omogućava korisniku da, na svom televizoru, preko Internet konekcije igra protiv korisnika drugog televizora, na bilo kojoj lokaciji na Zemlji.

- Moguće je uparivanje televizora i telefona sa bada operativnim sistemom [2], [3] koji na sebi ima instaliranu aplikaciju Great Warriors, detaljno opisanu u [4].

- Kamera, ugrađena u TV, je iskorišćena za prepoznavanje pokreta ruke, čime korisnik može da

kontroliraju igru, na isti način kao što to čini daljinskim upravljačem.

U uvodnom delu rada je detaljno predstavljen smart TV koncept sa posebnim osvrtom na tehnologiju koju je razvila kompanija Samsung. Zatim su prikazani detalji razvoja aplikacija za Samsung Smart TV. Opisan je celokupan proces od početka razvoja aplikacije pa sve do pojave aplikacije na Samsung Apps portalu sa koga krajnji korisnik može preuzeti aplikaciju i instalirati je na svoj TV. Aplikacija je predstavljena iz ugla korisnika, ali i iz ugla programera. Dat je opis realizacije kontrole pokretom i razmene informacija preko servera.

II. TEHNOLOŠKE OSNOVE SMART TELEVIJIZIJE

Istovremeno sa pojavom digitalne televizije, započet je razvoj savremenih metoda za prenos televizijskog signala do krajnjih korisnika. Internet TV i multimedijalni sadržaji, za čiji prenos do korisnika je korišćena mrežna infrastruktura Interneta, u početku su posmatrani na računaru ili TV uređaju koji je povezan na računar. Smart TV tehnologija je uspela da ove sadržaje emituje direktno na televizijske uređaje bez "posredovanja" računara. Korisniku je omogućeno da na povoljniji način koristi istovremeno i širokopojasni digitalni sadržaj (eng. *digital broadcasting*) kao i multimedijalni Internet sadržaj, i sve to uz pomoć klasičnog daljinskog upravljača ili daljinskog upravljača osetljivog na dodir.

Prvi patent iz ove oblasti je registrovan 1994. godine [5], a proširen je godinu dana kasnije. Predstavljao je unapređenje interaktivnog multimedijalnog terminala koji je proizveden za potrebe francuske državne lutrije. U osnovi radilo se o terminalu koji je koristio MPEG tehnologiju sa ekranom osetljivim na dodir koji je konektovan na server preko TCP/IP protokola.

Iako je koncept smart TV još uvek u početnoj fazi, trka između proizvođača softvera (kako besplatnih, tako i komercijalnih) i proizvođača hardvera ove vrste je već uveliko zahuktana. Mnogi od proizvođača (*SamsungTM*, *LogitechTM*, *SonyTM*, *LGTM*) pored navedenih funkcionalnosti, najavljuju i nove, ali se uglavnom koriste marketinškim trikovima da bi privukli pažnju krajnjih korisnika.

Operativni sistemi za ove uređaje spadaju u oblast operativnih sistema za mobilne uređaje. Neki proizvođači svoje operativne sisteme za mobilne uređaje kao što su mobilni telefoni i tablet računari, primenjuju i na TV, dok drugi dizajniraju specifične operativne sisteme. Najčešće korišćeni operativni sistemi su Android i operativni sistemi zasnovani na Linux-u [6] - [8]. Različiti proizvođači predstavljaju svoj smart TV različitim imenima. U Tabeli I dati su nazivi smart TV koncepta različitih proizvođača. Najpoznatiji uređaji koji imaju tipične Smart TV pogodnosti su igračka konzole Playstation3 (*SonyTM*) i Xbox360 (*MicrosoftTM*).

Svi proizvođači, bez obzira na različitosti softvera i hardvera, pokušavaju da krajnjim korisnicima omoguće što

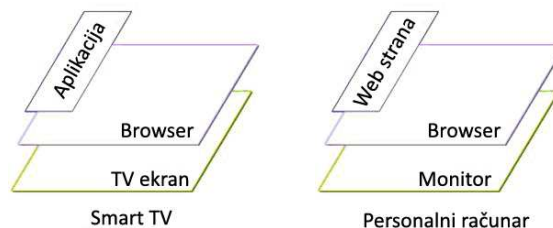
veći broj aplikacija i učine dostupnim što veći broj zanimljivih sadržaja. Zbog toga se poslednjih godina sve veći broj programera opredeljuje da razvija aplikacije za televizore nove generacije. Za otprilike godinu dana između 2010. i 2011. godine broj preuzetih aplikacija za pametne TV aparate porastao je sa 100 hiljada na 5 miliona [9]. U Srbiji je ovaj koncept relativno mlad. Prva srpska TV aplikacija, pod nazivom Blic Vesti, promovisana je 17.11.2011. godine i razvijena je u okviru VTŠ Apps Tima na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu [10]. Danas se na portalu nalazi svega 20 lokalnih aplikacija.

TABELA I
RAZLIČITI SMART TV KONCEPTI

KOMPANIJA	NAZIV KONCEPTA
Samsung TM	Samsung Smart TV
LG TM	Net Cast
Panasonic TM	Viera Cast
Philips TM	Philips Net TV
Sharp TM	Aquos Net+
Toshiba TM	Toshiba Places

III. SMART TV KONCEPT KOMPANIJE SAMSUNG

Kompanija Samsung je još 2007. godine predstavila koncept InternetTV, koji je omogućavao korisniku da prima informacije sa Interneta, dok istovremeno gleda konvencionalne TV programe. Kompanija je 2008. godine razvila *Power Infocast*, uslugu koja je davala informacije o vremenu i sportu, kao i vesti i stanje na berzi. Potpuno novi koncept se pojavio 2009. godine i nazvan je Internet@TV. U 2010. godini započet je marketing 3D televizora koji je nadgradio pomenuti Internet@TV otvaranjem Apps portala za preuzimanje aplikacija. Prvobitni naziv je bio Smart LED TV, a on je kasnije preimenovan u Samsung Smart TV, koji je trenutno aktuelan.



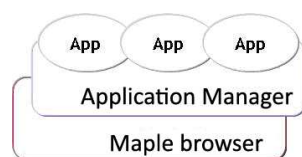
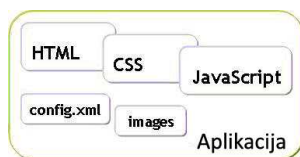
Sl. 1 Sličnost između korišćenja Smart TV aplikacije i otvaranja web strane na računaru.

Samsung Smart TV predstavlja web aplikaciju pokrenutu na digitalnom TV-u koji je povezan na Internet. Korišćenjem Samsung Smart TV usluge, korisnik može da proširi funkcionalnosti svog TV-a Web funkcionalnostima. Korisnik može da preuzme i instalira Smart TV aplikaciju ili da razvije svoju sopstvenu aplikaciju korišćenjem Samsungovog alata SDK (engl. *Software Development Kit*) [11]. Smart TV aplikacija predstavlja specijalne Web stranice koje su implementirane unutar Web čitača i

pokrenute na TV ekranu. Aplikacije pružaju različite sadržaje kao što su video, sport, igre, informacije. Gledanje aplikacije na TV ekranu je slično gledanju Web strana korišćenjem bilo kog čitača na računaru (Sl. 1). Razlika se ogleda u rezoluciji ekrana, hardverskim mogućnostima i u funkcionalnostima daljinskog upravljača koji predstavlja korisnički interfejs.

Tehnički, smart TV aplikacija je Web strana čije su komponente sledeće (Slika 2):

- HTML strana – predstavlja osnovnu strukturu aplikacije. Samsung Smart TV SDK podržava HTML 5 najnoviji standard [12].
- CSS fajl – definiše izgled i stil aplikacije, a napisan je po standardima web dizajna. Samsung Smart SDK podržava CSS3 standard [13].
- JavaScript fajl – koji kontroliše ponašanje aplikacije, sadrži kod napisan pomoću JavaScript ili JQuery skript jezika [14], [15].
- Config.xml – fajl koji sadrži informacije o verziji aplikacije i operativnom sistemu. Ovaj fajl je neophodan za pokretanje aplikacije na TV ekranu.
- Flash fajlovi – nisu neophodni ali služe za obogaćivanje izgleda aplikacije animacijom.



Sl. 2 Komponente aplikacije

Sl. 3 Arhitektura Smart TV-a

Aplikacija se pokreće unutar čitača koji se naziva MAPLE (**M**arkup engine **P**latform for **E**MBEDDED **S**ystems) browser. Smart TV, takođe sadrži i deo za upravljanje zadacima (eng. *tasks*) vezanim za aplikacije koji se naziva Application Manager, kao što je prikazano na Slici 3.

Application Manager ima mogućnost kontinualnog ažuriranja (eng. *update*) na novu verziju putem Interneta. On ima mogućnost instaliranja, pokretanja i brisanja aplikacija, zatim upravljanja korisničkim nalogima pružanjem opcije SSO (engl. *Single Sign-On*) koja vrši enkripciju, snima informacije o korisničkom nalogu i šalje ih aplikaciji. Takođe, pruža nekoliko naprednijih objektnih modula koje koriste sve aplikacije i koji omogućavaju normalan rad aplikacije. Neki od njih su hvatanje događaja pritiska dugmeta na daljinskom upravljaču, definisanje vrednosti TVKey koda za svako pritisnuto dugme, mogućnost instaliranja dodataka (*widgets*), korišćenje IME modula za unos teksta u aplikaciju, kao i mnogi drugi.

IV. RAZVOJ SAMSUNG SMART TV APLIKACIJE

Proces razvoja aplikacije se može predstaviti kroz nekoliko faza:

1. Planiranje i dizajn aplikacije i korisničkog interfejsa. Uvek treba imati na umu potrebe korisnika ali i

karakteristike i mogućnosti Samsung Smart TV API-ja (engl. *Application Programming Interface*) koji čine JavaScript i Flash tehnologije.

2. Implementacija koda. Korišćenjem Samsung TV Apps SDK ili najjednostavnijeg tekst editora za kreiranje HTML, JavaScript i CSS fajlova, može se kreirati aplikacija. Prednost SDK-a je emulator pomoću kojeg se može testirati aplikacija pre nego što se instalira na TV.

3. Otklanjanje grešaka u programu (eng. *debugging*). Omogućava da se prati tok aplikacije. Korišćenjem SDK dela pod nazivom *JS Debugger* mogu se postavljati prekidne tačke (eng. *breakpoints*), ulazni koraci, izlazni koraci i koraci preskoka prekidnih tačaka i posmatrati promena vrednosti promenljivih.

4. Testiranje aplikacije. Testiranje aplikacije se može pokrenuti na SDK emulatoru ili na samom Smart TV-u. Korišćenjem emulatora mogu se posmatrati rezultati bilo koje promene u kodu, međutim, emulator nije prava predstava aplikacije jer se izvršava na drugačijem hardveru. Zbog toga je veoma važno testirati aplikaciju i na TV-u i videti kako se ona ponaša u realnom vremenu i na realnom hardveru. TV hardver ima niz nedostataka u odnosu na hardver računara. Manje memorije može dovesti do toga da nedostaje memorije za izvršenje aplikacije, odziv na pritiskanje dugmadi daljinskog upravljača je različit od odziva na pritiskanje kontrolnih dugmadi na emulatoru. Osim toga, pokretanje video i audio fajlova se razlikuje zbog različitosti hardvera, ali i ponašanje Web čitača može biti različito ako se razlikuju verzije na SDK-u i na TV-u.

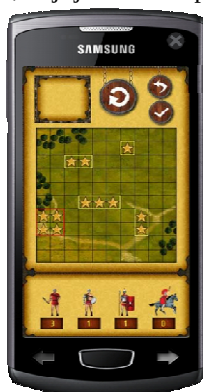
5. Pakovanje i slanje aplikacije – podrazumeva kreiranje aplikacionog paketa pomoću SDK koji se šalje na testiranje i sertifikaciju u Samsung test centar, kao i kreiranje prateće dokumentacije. Ukoliko je aplikacija zadovoljila sve propisane standarde pojaviće se na Apps portalu dostupna za preuzimanje i instalaciju. Proces testiranja nije nimalo jednostavan i može da traje i 30 dana.

V. GREAT WARRIORS IZ KORISNIČKOG UGLA

“GreatWarriors” je igra pogađanja sa elementima strategije i predstavlja varijaciju popularne igre “Potapanje brodova”. Aplikacija je po svojim funkcionalnostima identična telefonskoj verziji aplikacije koja je predstavljena na IEEEESTEC konferenciji 2011. godine [4]. Telefonska verzija aplikacije je prošla sertifikaciju Samsung kompanije i može se preuzeti sa Samsung Apps portala [14]. TV aplikacija Great Warriors se delimično razlikuje u pogledu rasporeda kontrola na ekranu, s obzirom na razliku u orijentaciji i veličini ekrana između televizora i telefona (Sl. 4 i 5). Najbitnija razlika se ogleda u mogućnosti kontrole aplikacije pokretom ruke ispred kamere TV-a, što je posebno zanimljivo krajnjim korisnicima. Opisana verzija TV aplikacije je trenutno u fazi sertifikacije na samsung portalu namenjenom televizijskim aplikacijama.

Nakon pokretanja igre i uvodnog *splash screen*-a korisnik na početnoj formi (Sl. 6) može da bira jednu od ponuđenih opcija:

- **Play** – Pokretanje nove igre, nakon koga sledi deo za biranje protivnika (telefon ili televizor) i postavljanje jedinica.
- **Options** – Deo za podešavanje svih potrebnih opcija.
- **How to play** – Uputstvo korisniku o načinu igranja i mogućim opcijama.
- **About us** – Deo koji sadrži osnovne informacije o VTŠ Apps Timu, koji je kreirao aplikaciju.

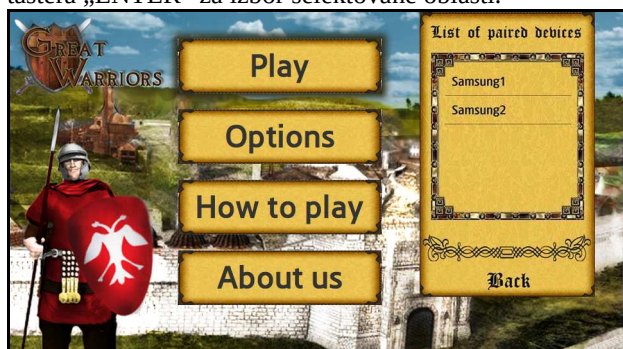


Sl. 4. Postavljanje vojnih jedinica u telefonskoj aplikaciji.



Sl. 5. Postavljanje vojnih jedinica u smart TV aplikaciji.

Željena oblast se može izabrati pritiskanjem dugmadi „gore“ i „dole“ na daljinskom upravljaču i pritiskanjem tastera „ENTER“ za izbor selektovane oblasti.



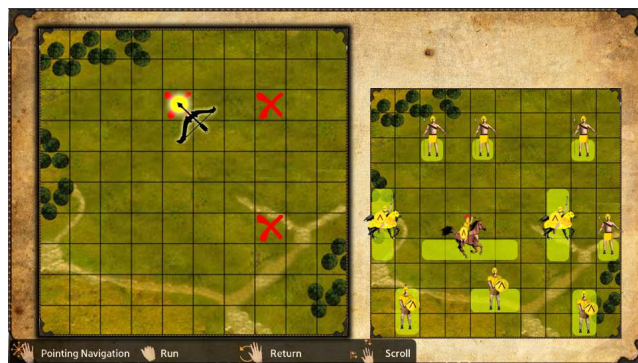
Sl. 6. Početna forma i uparivanje igrača

Nakon pokretanja nove igre (klikom na dugme „Play“) korisnik, na narednoj formi, bira protivnika sa kojim želi da igra, što može biti i drugi televizor i drugi telefon sa instaliranom aplikacijom. Ukoliko u listi nema prijavljenih igrača koji bi želeli da igraju protiv vas, možete kreirati poziv za igru i sačekati da neko prihvati vaš poziv. Nakon uparivanja dva igrača, sledi izbor vojskovođe čije ćete jedinice voditi kroz bitku. Korisnik može da bira jednog od 10 ponuđenih istorijskih vojskovođa (Sl. 7) među kojima su Car Dušan, Aleksandar Veliki, Julije Cezar, Džingis Kan i drugi. Prilikom odabira vojskovođe korisnik dobija osnovne informacije o toj istorijskoj ličnosti kao i o karakterističnim vojnim jedinicama koje su bile u sastavu njegove vojske.



Sl. 7. Odabir vojskovođe u smart TV aplikaciji Great Warriors

Posle odabira vojskovođe potrebno je postaviti svoje vojne jedinice u okviru mape veličine 100 polja (10x10). Forma za postavljanje vojnih jedinica je prikazana na Sl. 5. Svaki vojskovođa raspolaže sa 4 vojnika vrednosti jednog polja, 3 vojnika od dva polja, 2 vojnika vrednosti 3 polja i jednim vojnikom koji zauzima 4 polja.



Sl. 8. Odabir vojskovođe u smart TV aplikaciji Great Warriors

Jedinicu, koju želi da postavi na bojno polje, korisnik može da bira korišćenjem daljinskog upravljača ali i pokretom ruke. Potrebno je da nekoliko sekundi zadrži ispruženu šaku ispred kamere televizora, nakon čega će se pojaviti pokazivač u obliku luka i strele. Takođe, u dnu ekrana se pojavljuje helpbar kao uputstvo o pokretima koje treba koristiti za kontrolu. Pomeranjem na jedinicu koju

želi da postavi i skupljanjem dlana u pesnicu, korisnik je aktivirao jedinicu za postavku na polje. Pomeranjem ruke može da prevuče jedinicu na željeno mesto, dok otpuštanjem pesnice vrši konačnu postavku jedinice na bojni polje.

Kada izvrši postavljanje vojnih jedinica korisnik prelazi u formu za bitku (Sl. 8). Koncept bitke se zasniva na naizmeničnom gađanju vojnih jedinica. Kada je korisnik na potezu bira polje na mapi (10x10) koje želi da gađa pomoću pokazivača u obliku luka i strele. To može da učini pomoću daljinskog upravljača korišćenjem tastera za kretanje i tastera „ENTER“ za konačno gađanje. Daleko zanimljivije je kontrolisanje gađanja pokretom ruke. Pomeranjem otvorenog dlana vrši se pozicioniranje na polju, a skupljanjem šake u pesnicu vrši se gađanje.

Ukoliko pogodi protivničkog vojnika igrač gađa ponovo, ukoliko ne pogodi, protivnik je na potezu. Pobjednik je onaj igrač koji prvi uništi sve protivničke vojnike. Pobjednik kao nagradu za svoje strateško umeće dobija citat jednog od velikih vojskovođa.

VI. GREAT WARRIORS IZ UGLA PROGRAMERA

A. Korišćenje PHP servera za razmenu informacija

“GreatWarriors” je multiplayer igra za Samsung smart TV platformu za igru preko Internet-a protiv korisnika drugog smart TV-a, sa podrškom za igru sa korisnicima „GreatWarriors” aplikacije na bada platformi za mobilne telefone. Prilikom pokretanja igre (Sl. 6.) korisnik kreira “server” tj. prijavljuje se za igru. Pod pojmom „server” podrazumeva se korisnik koji se prijavljuje na udaljeni računar (stvarni server) i čeka protivnika, tj. „klijenta”.

Pri startovanju multiplayer forme korisnik unosi korisničko ime, koje se upisuje u bazu podataka i bira da li će se konektovati kao „server” koji čeka da se neko od protivnika prijavi ili kao „klijent” koji bira protivnika iz liste aktivnih „servera”. Kako bi se korisniku omogućio upis imena u bazu aktivnih korisnika, njegovo korisničko ime se mora razlikovati od ostalih imena u bazi.

Nakon odabira opcije “Create server” ili “Join server”, aplikacija šalje http zahtev u okviru koga se prosleđuju 3 parametra. Prvi parametar, “Ime”, prosleđuje ime korisnika, drugi parametar, “Login”, prenosi informaciju o tome da li se korisnik prijavljuje za igru ili izlazi iz nje. Treći parametar, “Prijava”, prenosi informaciju o tipu korisnika (“Server” ili “Client”). Primer je dat u nastavku.

```
“Create server”
“TvLista.php”, {Ime:“Marko”, Login:1, Prijava:“CRE
ATE”}
```

```
“Join server”
“TvLista.php”, {Ime:“Stefan”, Login:1, Prijava:“JO
IN”}
```

Ukoliko je ime slobodno upisuje se u bazu podataka u tabelu “AktivniKorisnici” (Tabela II), a u slučaju da je

korisnik izabrao kreiranje „servera” upisuje se i u tabelu “Parovi” (Tabela III). Aplikacija prima listu aktivnih servera i prikazuje ih korisniku. U slučaju da je ime zauzeto dobija se povratna poruka “Zauzeto” koja obaveštava korisnika da već postoji korisnik sa takvim imenom.

TABELA II
AKTIVNI KORISNICI

Ime Korisnika	Tip	Vreme Upisa
Marko	CREATE	2012-09-14 12:47:11
Stefan	JOIN	2012-09-14 12:44:08

TABELA III
PAROVI

PLAYER1	PLAYER2	POSX	POSY	HIT	Potvrda	PL1F	PL2F
Marko		0	0	0	Nedefinisano	10	10

Nakon upisa imena u bazu podataka aplikacija korisnika koji je izabrao “Create server” šalje http zahtev za proveru (“ProveraPL1.php”, { Player1: Marko }), koji obaveštava korisnika ukoliko mu neko od protivnika pošalje zahtev za igru. U slučaju da nema zahteva php skripta vraća odgovor “NemaZahteva” posle kojeg aplikacija ponavlja slanje istog http zahteva sve dok neko od protivnika ne “izazove” korisnika koji je kreirao “server”.

```
<?php
$Igrac1 = $_GET["Player1"];
$con=mysql_connect("localhost","korisnicko_ime",
"šifra");
if(!$con)
{
    die('Ne može se konektovati: ' .
    mysql_error());
}
mysql_select_db("mselekt_Great1",$con);

mysql_query("UPDATE aktkor SET VremeUpisa=NOW()
WHERE ImeKorisnika='$Igrac1'");
$result = mysql_query("SELECT * FROM parovi
WHERE PLAYER1='$Igrac1'");
while($row = mysql_fetch_array($result))
{
    if($row['PLAYER2'] == '')
    {
        echo "NemaZahteva";
    }
    else if($row['PLAYER2'] != '')
    {
        echo $row['PLAYER2'];
    }
}

mysql_close($con);
?>
```

Korisnik koji je izabrao “Join server” upisuje se u tabelu aktivnih korisnika i dobija listu aktivnih “servera” i mogućnost izbora protivnika.

Klikom na dugme "Refresh list" šalje se http zahtev za osvežavanje liste aktivnih servera. Izborom imena iz liste šalje se http zahtev za uparivanje korisnika kao što sledi u nastavku:

```
"Zahtev.php", {Player1="Marko", Player2="Stefan"}
```

Nakon obrade zahteva "Zahtev.php", ime "klijenta" se upisuje u tabelu "Parovi" u kolonu pod nazivom "PLAYER2" u redu u kome se nalazi ime izabranog protivnika. Tada ProveraPL1.php detektuje zahtev i prosleđuje ime „klijenta“ aplikaciji „servera“, koja postavlja pitanje korisniku da li želi da prihvati izazov. Za to vreme „klijentska“ aplikacija šalje zahtev ProveraPL2.php koji proverava da li je „server“ odgovorio. U slučaju negativnog odgovora „serverska“ aplikacija nastavlja sa slanjem zahteva ProveraPL1.php, ime „klijenta“ se briše iz tabele parovi, „klijent“ se obaveštava da je njegov zahtev odbijen i aplikacija ga vraća na listu aktivnih servera koja se osvežava. U slučaju pozitivnog odgovora u tabelu „parovi“ u koloni „Potvrda“ menja se stanje iz „Nedefinisano“ u „Da“ što znači da su korisnici upareni i može se početi sa igrom.

TABELA IV
IZGLED TABELE "PAROVI" NAKON UPARIVANJA KORISNIKA

PLAYER1	PLAYER2	POSX	POSY	HIT	Potvrda	PL1F	PL2F
Marko	Stefan	0	0	0	Da	10	10

Klikom na dugme „Return“ šalje se http zahtev za prekid igre. Korisnici se vraćaju na listu aktivnih server, „klijent“ se briše iz tabele parovi i dobija mogućnost da ponovo bira protivnika dok korisnik „server“ ostaje u tabeli parovi i čeka novi zahtev. Ukoliko korisnik izgubi vezu sa serverom, nakon 2 minuta automatski se briše iz baze.

Nakon uparivanja korisnika startuje se forma za izbor vojskovođe (Sl. 7), a nakon izbora vojskovođe i forma za postavljanje vojnih jedinica (Sl. 5). Kada se pokrene forma za igru, može se početi sa bitkom. Informacije o poljima koja se gađaju razmenjuju se između igrača preko servera, što je detaljno opisano u [4].

B. Smart TV - omogućavanje interakcije pokretom ruke

Samsung nudi nekoliko novih načina za kontrolisanje i interakciju sa vašim „pametnim“ televizorom kao što su kontrola glasom ili pokretom ruke. Kamera, ugrađena u TV, je iskorišćena za prepoznavanje i praćenje pokreta ruke, čime korisnik može da kontroliše televizor, na isti način kao što to čini daljinskim upravljačem. Ukoliko želite da kontrolišete televizor rukom neophodno je da budete ispred televizora i da otvorite šaku i polako pomerate ruku dok televizor ne prepozna vaš pokret. Tada će se na televizoru pojaviti ikonica kursora koja prati pomeranje vaše ruke. Stisak ruke u pesnicu je ekvivalentan levom

kliku mišem na računaru. U Tabeli V su dati pokreti koje je moguće koristiti pri implementaciji aplikacije za „pametni“ televizor.

TABELA V
POKRETI KOJE PREPOZNAJE SMARTTV APLIKACIJA

Naziv	Simbol	Opis
Point		Pomera kursor po ekranu
Grab		Selektuje objekat
Return		Radi isto što i dugme RETURN
Scroll		Skrolovanje ekrana

Korišćene biblioteke

Neophodno je dodati odgovarajuću biblioteku i znati koji pokret rukom poziva koji događaj. Kontrola pokretom je slična kontroli aplikacije pomoću miša na računaru. Samsung inženjeri, koji su razvijali ovaj sistem, su to iskoristili i u API-ju implementirali podršku za standardne događaje mišem, kao što su „click“, „onMouseMove“, „onMouseDown“, „onMouseUp“ i druge. Potrebno je da uključimo odgovarajuću biblioteku koja se zove *deviceapis.js*.

```
<script
type="text/javascript" language="javascript"
src="$MANAGER_WIDGET/Common/webapi/1.0/
deviceapis.js">
</script>
```

Neophodno je i u podešavanjima aplikacije, odnosno u *config.xml* fajlu, omogućiti kontrolu pokretom tako što ćete dodati sledeću liniju koda:

```
<mouse>y</mouse>
```

Činjenica da su standardni događaji koje može poslati miš implementirani omogućava nam korišćenje standardnih javascript biblioteka. U prikazanoj aplikaciji je korišćena biblioteka jQuery verzija 1.8.2 i jQueryUI verzija 1.9.0. U nastavku je, na nekoliko primera, prikazano kako izgleda interakcija sa aplikacijom.

Događaj „click“

U **index.html** fajl je neophodno dodati nekoliko div elemenata.

```
<div id="button1">Dugme1</div>
<div id="draggable"
class="ui-widget-content">
  <p>Drag me around</p>
</div>
<div id="test"
class="ui-widget-content">Test</div>
<div id="button2">Dugme2</div>
```

U **Main.js** fajlu koristimo jQuery biblioteku, selektujemo odgovarajuće html elemente i implementiramo šta treba da rade kada se desi događaj „click“.

```
var dugme = $('#button1').button();
dugme.click( function() {
  if (dugme.text() != "KLIKNUTO")
    dugme.text("KLIKNUTO");
  else
    dugme.text("DUGME");
});
```

Prevlačenje objekta držanjem stisnute ruke

Slično kao u prethodnom primeru i ovde selektujemo odgovarajući html element, dodajemo mu osobinu „draggable“ čime omogućavamo pomeranje tog elementa. Zatim implementiramo šta želimo da se desi kada počnemo prevlačenje stiskom ruke u pesnicu (događaj *start*), dok držimo pesnicu i pomeramo ruku (događaj *drag*), i kada ponovo otvorimo ruku (događaj *stop*), čime je pomeranje html elementa završeno.

```
$("#draggable").draggable({
  start: function() { alert("START"); },
  drag: function() { alert("DRAG"); },
  stop: function() { alert("STOP"); }
});
```

Prevlačenje objekta pomoću dva događaja „click“

Ovde je prikazan primer kako se prevlači objekat pomoću dva događaja „click“. Prvi put stiskom pesnice selektujemo objekat. Otvorimo šaku i pomeramo objekat gde želimo. Novim stiskom pesnice otpuštamo objekat i stavljamo ga na trenutno označeno mesto. Takođe je prikazano na koji način se mogu pokupiti trenutne koordinate objekta koje su potrebne pri ispitivanju gađanja i pozicioniranju jedinica na tabli.

```
dugme2.click( function() {
  if (drag == true){
    drag = false;
    $('body').unbind();
  }
  else {
    alert("start");
    drag = true;
    $('body').mousemove(function(event) {
      var msg = "";
```

```
msg += event.pageX + ", " +
event.pageY;
dugme2.css('top', event.pageY);
dugme2.css('left', event.pageX);
dugme2.css('position', 'fixed');
$("#test").text(msg);
});
}
```

VII. ZAKLJUČAK

Strateške igre su oduvek bile veoma popularne među ljubiteljima PC igara, što se prenelo i na smart uređaje. Ovakve igre je oduvek bilo zanimljivije igrati sa prijateljima kroz *multiplayer* mod, što je naročito postalo popularno pojavom mobilnih uređaja. Cilj autora ove aplikacije je bio da stvore igru koja će korisnicima smart televizora omogućiti da igraju preko Interneta sa drugim korisnicima. S obzirom da je ova igra već kreirana za bada smart telefon, došlo se na ideju da se omogući korisniku da igre na samo „protiv televizora“ već i „protiv telefona“, što je redak slučaj u sadašnjem svetu aplikacija za smart uređaje. Kontrola kretanja jedinica kao i gađanje protivnika jednostavnim pokretima ruke, ispred integrisane kamere smart TV-a, predstavlja takođe raritet u oblasti razvoja aplikacija za smart uređaje. Osvežena prijatnom grafikom i zanimljivim informacijama iz života velikih istorijskih vojskovođa, uz mogućnost povezivanja sa prijateljima radi igre u paru, Great Warriors je prva igra za smart TV koja omogućava igru „protiv telefona“ i „protiv televizora“ i to pokretom ruke.

U nastavku razvoja ove aplikacija, planirano je da se doda funkcionalnost igranja protiv veštačke inteligencije televizora, kako bi korisnik mogao da uživa u igri i kada nema aktivnih igrača na Internet-u. Takođe, biće omogućeno korisniku da pored kontrole rukom, svojim jedinicama upravlja i glasom.

ZAHVALNICA

Aplikaciju su realizovali članovi VTŠ Apps Tima u okviru Samsung Apps Laboratorije na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu. Zahvaljujemo se beogradskoj kancelariji kompanije Samsung (*Samsung Electronics Adriatic, Belgrade Branch*) na sveukupnoj podršci u radu, a posebno Gabrijeli Milinković, *content manager*-u i Milošu Popoviću, *event and special project manager*-u.

LITERATURA

- [1] Z. Veličković, Z. Milivojević, “MOS test baziran na Webu”, konferencija YU INFO, Kopaonik, 2009, pp. 025.pdf, ISBN: 978-86-85525-04-9
- [2] Osnovne informacije o bada operativnom sistemu, <http://www.bada.com/whatisbada/>, oktobar 2012.

-
- [3] B. Morris, M. Bortenschlager, C. Luo, J. Lansdell, M. Sommerville, *Introduction to Bada. A developers guide*, Great Britain, John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [4] V. Janković, A. Ilić, S. Stošović, "GreatWarriors - Strateška multiplayer igra za bada OS", zbornik radova IEEEESTEC konferencije 2012, Niš, Srbija, 2011. pp. 61-66.
- [5] An "intelligent" television system linked with data processing systems by means of a digital or analog network, http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=19960510&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=FR&NR=2726670A1&KC=A1&ND=3, oktobar 2012.
- [6] W. Stallings, "Operativni sistemi", Kompjuter biblioteka, ISBN: 86-7991-291-3, Beograd, 2010.
- [7] Osnovne informacije o android operativnom sistemu, <http://developer.android.com/index.html>, oktobar 2012.
- [8] Richard L. Petersen, "Kompletni priručnik: Red Hat Enterprise Linux & Fedora Edition", CET, ISBN: 86-7991-262-X, Beograd, 2004.
- [9] <http://www.jevrosimovic.com/it-industrija/internet/borba-za-sve-ekrane/>, oktobar 2012.
- [10] http://www.appsteam.vtsnis.edu.rs/vest6_2011.php, oktobar 2012.
- [11] Portal namenjen razvoju TV aplikacija za Samsung smart TV, <http://www.samsungdforum.com/>, oktobar 2012.
- [12] J. Hill, J. A. Brannen, Briljantno: HTML5 i CSS3, CET Computer Equipment and Trade, ISBN: 978-86-7991-355-5, Beograd, 2011.
- [13] M. Hostetler, J. Sharp, "jQuery kuvar", Mikro knjiga, O'Reilly, ISBN: 978-86-7555-368-7, Beograd, 2011.
- [14] D. Flanagan, "JavaScript - sveobuhvatni vodič", Mikro knjiga, O'Reilly, ISBN: 978-86-7555-326-7, Beograd, 2008.
- [15] <http://www.samsungapps.com/topApps/topAppsDetail.as?productId=G00001514651>, oktobar 2011.

Sistem On Line glasanja za izbor najboljeg rada na IEEEESTEC konferenciji

D. Trajković, D. Nešić, M. Marjanović

Sadržaj – U ovom radu predstavljena je aplikacija za Internet glasanje. Opisan je softver za aplikaciju i dato detaljno uputstvo za korišćenje aplikacije. Aplikacija je napravljena za izbor najboljeg rada na IEEEESTEC konferenciji.

I. IEEEESTEC KONFERENCIJA

Konferencija studentskih projekata IEEEESTEC [1] održava se već pet godina na Elektronskom fakultetu u Nišu. IEEEESTEC konferenciju organizuju EESTEC LC Niš [2], IEEE studentski ogranak Niš i Elektronski fakultet Niš [3], u saradnji sa IEEE sekcijom u Srbiji i Crnoj Gori [4], IEEE Electron Devices/Solid-State Circuits Chapter [5] i IEEE Microwave Theory and Techniques Chapter [6].



Slika 1. Amblem IEEEESTEC konferencije

Nastala sa idejom da na jednom mestu okupi učenike i studente sa istim interesovanjima kako bi razmenili mišljenja i videli čime se kolege bave, IEEEESTEC predstavila je prethodnih godina oko 150 radova iz oblasti računarstva, automatike, elektroenergetike, telekomunikacija, elektronike i mikroelektronike. Radovi iz uskostručnih naučnih oblasti, ali i prikazi različitih načina realizacije uređaja koje svakodnevno koristimo našli su mesto na stranicama zbornika konferencije. Pisanjem radova autori stiču ogromno iskustvo i sebi stvaraju korisnu referencu za CV i budući posao. Sve je veći broj pristiglih radova, ali i ocene recenzenata pokazuju da pored kvanititeta ima i kvaliteta. Najbolji radovi biraju se na osnovu ocena recenzenata. Autori najboljih radova usmeno iznose rezultate na svečanoj ceremoniji (slika 2), a svi radovi se prezentuju preko poster prezentacija, kao i

Dalibor Trajković je student na smeru Informacione tehnologije, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: trajdali@gmail.com

Damir Nešić je sa Katedre za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: damirceda@gmail.com

Miloš Marjanović je student na modulu Mikroelektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: m_milos@medianis.net

maketa i realizovanih uređaja (slika 3). Dodeljuje se i nagrada radu koji dobije najviše glasova u anketi koju popunjavaju svi autori. Ove godine, prvi put, ustanovljena je još jedna nagrada. Biće nagrađen rad koji prikupi najviše glasova podstredstvom web aplikacije. U ovom radu opisana je web aplikacija za glasanje realizovana za potrebe IEEEESTEC konferencije i date su instrukcije za izbor najboljeg rada.



Slika 2. Atmosfera sa otvaranja Konferencije u svečanoj sali



Slika 3. Atmosfera sa prezentacije radova u holu fakulteta

II. RAZVOJ APLIKACIJE ZA GLASANJE

Softver aplikacije za glasanje napisan je u PHP-u [7], bez framework-a ili smarty-a. Korišćena je i jQuery javascript biblioteka [8], AJAX tehnologija (asinhrona komunikacija sa serverom) zajedno sa MySQL bazom.

```

<?php
include("config.php");
$ip=$_SERVER['REMOTE_ADDR'];

if($_POST['id'])
{
    $id=$_POST['id'];
    $id = mysql_escape_string($id);
    //Verifikovanje IP adrese unutar IP tabele
    $ip_sql=mysql_query("select ip_add from ip where
    proj_id='$id' and ip_add='$ip'");
    $ip_votes=mysql_query("select ip_add from ip where
    ip_add='$ip'");
    $count=mysql_num_rows($ip_sql);
    $countipvotes=mysql_num_rows($ip_votes);

    if($count==0)
    {
        if($countipvotes<3)
        {
            // Inkrement broja glasova
            $sql = "update project set
            votes=votes+1 where id='$id'";
            mysql_query($sql);
            // Ubacivanje IP adrese u IP tabolu
            $sql_in = "insert into ip
            (proj_id,ip_add) values('$id','$ip')";
            mysql_query($sql_in);
        }
        else
        {
            echo "<script>alert('Mozete glasati
            za samo 3 projekta');</script>";
        }
    }
    else
    {
        echo "<script>alert('Vec ste
        glasali.');

```

Slika 4. Deo koda, vote.php

```

<div class="main">
    <div class="box1">
        
    </div>
    <div class="box2" style="border-color:#1398c6;">
        <div class="naslov">
            <div class="brojglas"><?php echo
            $votes; ?></div>
            <div class="head" <?php
            if($id==7) { echo "style='font-
            size:15px;"; } ?><?php echo
            $title ?></div>
        </div>
        <div class="authors"><?php echo $authors
        ?></div>
    </div>
    <div class="glasanje">
        <a href="" class=<?php if($count==0){echo
        'vote';}else{echo 'downvote';}?>
        id=<?php echo $id; ?>" name=<?php
        if($count==0){echo
        'vote';}else{echo 'downvote';}?>
        </a>
        <div class="hvala"></div>
        <div class="glasobrisan"></div>
    </div>
    <div class="clear"></div>
</div>

```

Slika 5. Deo koda, html struktura

Web aplikacija podeljena je na dva dela. Prvi deo čini PHP skripta koja generiše stranicu za korisnika sa spiskom radova za koje se može glasati i kontrolama za glasanje. Generisana stranica koju korisnik vidi u svom pretraživaču takođe sadrži i javascript funkcije koje ostvaruju AJAX komunikaciju sa serverom. Drugi deo aplikacije čine još dve PHP skripte. Ove PHP skripte preko prihvataju zahteve

sa stranice koja je učitana kod korisnika (AJAX zahtev), obrađuju ih i generišu odgovor. Konkretno, to su zahtevi za dodavanje ili brisanje glasa za određeni rad, a kao odgovor na zahtev dobija se novi broj glasova koji se upisuje na stranici u pretraživaču korisnika.

```

$('#kortejner').on('click', '.vote', function()
{
    var id = $(this).attr("id");
    var name = $(this).attr("name");
    var dataString = 'id='+ id ;
    var parent = $(this);
    var votes = parent.parent().parent().find
    ('.brojglas').html();

    if (name=='vote')
    {
        $.ajax({
            type: "POST",
            url: "vote.php",
            data: dataString,
            cache: false,

            success: function(html)
            {
                parent.parent().parent()
                .find('.brojglas').html(html);
                var votes_update =
                parent.parent().parent()
                .find('.brojglas').html();
                if(votes!=votes_update)
                {
                    parent.attr('class',
                    'downvote');
                    parent.attr('name',
                    'downvote');
                    parent.closest('div')
                    .find('.hvala').fadeIn
                    ('slow', function() {
                        $(this).delay(2000)
                        .fadeOut('slow');
                    });
                }
            }
        });
    }
    return false;
});

```

Slika 6. Deo koda, AJAX

Tokom razvoja softvera bilo je problema sa AJAX funkcionalnošću i sa dodavanjem event-a na dinamički dodavane objekte na stranici. Pošto dugme "Ukloni" praktično ne postoji dok se ne glasa za određeni rad, event nije bilo moguće dodeliti novonastalom objektu na stranici jer se svi event-i vezuju za objekte pri učitavanju dokumenta. Problem je rešen [9] korišćenjem funkcije jQuery-ja .on() koja prati izmene na stranici i vezuje event čak i za novonastale objekte.

III. UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE APLIKACIJE

Za najbolji rad na IEEEESTEC konferenciji glasa se putem web aplikacije na zvaničnom sajtu konferencije: ieeefak.ni.ac.rs. Na vrhu stranice prikazuju se neophodne informacije o načinu glasanja i uputstvo za glasanje. U svakom trenutku korisnik može videti svoju IP adresu, broj glasača tokom dana, ukupan broj poseta i broj jedinstvenih poseta (slika 7).

IEEEESTEC – 5th International Students' Projects Conference

Internet glasanje za najbolji rad na Petoj međunarodnoj konferenciji studentskih projekata IEEEESTEC počinje 1. novembra i trajeće do 28. novembra 2012. godine u ponoć. Glasa se putem web aplikacije na zvaničnom sajtu konferencije: ieee.elfak.ni.ac.rs. U konkurenciji je 36 radova, svaki rad je moguće pregledati. U toku jednog dana, sa jedne IP adrese možete glasati za 3 rada klikom na dugme "Glasaj"; na ekranu će se pojaviti potvrda o uspešnom glasanju. Glas možete poništiti klikom na "Ukloni" i isti dodeliti drugom radu klikom na "Glasaj". Ako pokušate da glasate za više od 3 rada dobićete poruku "Možete glasati za samo 3 projekta". Aplikacija za glasanje radi 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji. U svakom trenutku možete videti ukupan broj glasova za svaki rad, broj onih koji su glasali danas i vašu IP adresu. Pozivamo Vas da glasate za 3 najbolja rada dnevno, poštujući etički kodeks glasanja (bez veštačkih promena IP adrese). Ukoliko imate bilo kakvih problema pri glasanju kontaktirajte organizatore (e-mail: danijel.dankovic@elfak.ni.ac.rs). Proglašenje pobjednika Internet glasanja je na dan održavanja konferencije, 29. novembra 2012. na Elektronskom fakultetu u Nišu.

Vas IP: 79.101.251.173 Ukupno glasalo: 0 Stranica posećena: 149 Jedinostvenih poseta: 14

REDNI BROJ NAZIV RADA BROJ GLASOVA

1.	Samobalansirajući robot M. Đorđević, M. Savić, A. Vulović	10
----	--	----

GLASAJ

Slika 7. Izgled web aplikacije – uputstvo za glasanje sa korisnim informacijama

U konkurenciji je 36 radova, svaki rad je moguće pregledati, klikom na naslov rada (slika 8). U toku jednog dana, sa jedne IP adrese može se glasati za 3 rada klikom na dugme "Glasaj"; na ekranu će se pojaviti potvrda o uspešnom glasanju (slika 9). Glas možete poništiti klikom na "Ukloni" i isti dodeliti drugom radu (slika 10) klikom na "Glasaj". Ako pokušate da glasate za više od 3 rada dobićete poruku "Možete glasati za samo 3 projekta" (slika 11). Aplikacija za glasanje radi 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji.

27.

Bioničke ruke	2
B. Đukić, M. Rajković	

GLASAJ

Slika 8. Izgled web aplikacije – pregled rada

27.

Bioničke ruke	3
B. Đukić, M. Rajković	

HVALA UKLONI

Slika 9. Izgled web aplikacije – potvrda o uspešnom glasanju

27.

Bioničke ruke	2
B. Đukić, M. Rajković	

GLAS OBRISAN GLASAJ

Slika 10. Izgled web aplikacije – novo glasanje

31.

Projekovanje mikrotalasnih tranzistorskih oscilatora korišćenjem programskog paketa ADS Vladica Đorđević, Dejan Vukić	1
--	---

GLASAJ

32.

Muscle Stimulator Unit M. Živković	1
---------------------------------------	---

GLASAJ

Možete glasati za samo 3 projekta

Slika 11. Izgled web aplikacije – Možete glasati za samo 3 projekta

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je softver aplikacije za glasanje i dato detaljno uputstvo za korišćenje. Aplikacija se primenjuje za izbor najboljeg rada na IEEEESTEC konferenciji. Svi delovi aplikacije su modularni, te postoji mogućnost kasnijeg redizajna i nadogradnje, u smislu promene pravila glasanja.

LITERATURA

- [1] IEEEESTEC konferencija, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://ieee.elfak.ni.ac.rs/>
- [2] EESTEC LC Niš, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://www.eestec.rs>
- [3] Elektronski fakultet Niš, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: elfak.ni.ac.rs
- [4] IEEE Srbija i Crna Gora, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://www.ieee.uns.ac.rs/>
- [5] IEEE Electron Devices/Solid-State Circuits Chapter, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://sscs.ieee.org/>
- [6] IEEE Microwave Theory and Techniques Chapter, zvanični sajt. [On Line]. Dostupno na: <http://www.mtt.org/>
- [7] PHP. [On Line]. Dostupno na: <http://php.net/>
- [8] jQuery API. [On Line]. Dostupno na: <http://api.jquery.com/>
- [9] Q&A. [On Line]. Dostupno na: <http://stackoverflow.com/>

Časovnik sa niksi cevima

Aleksandar Živković, Slavimir Stošović, Zoran Milivojević

Sadržaj - U ovom radu je prikazano hardversko i softversko rešenje mikrokontrolerski kontrolisanog časovnika sa niksi cevima. Sistem je razvijen na bazi mikrokontrolera iz familije 8051 (model AT89S52), a korišćene su niksi cevi najmanjih dimenzija (model IN-17). U radu su predstavljene niksi cevi, kao i karakteristike korišćenog modela za izradu časovnika. Opisani su funkcionalni zahtevi i dat je pojedinačni prikaz svakog bloka projektovanog uređaja. Date su šeme povezivanja, kao i algoritam časovnika, što može značajno olakšati izradu ovog specifičnog uređaja, svakome ko se za to opredeli. Specifičnost ovog sklopa se ogleda u spoju logike koja radi na 5V (mikrokontroler) i elektronike koja radi na 300V (niksi cevi).

I. UVOD

Niksi cevi [1] su se proizvodile u periodu od 1950. do 1990. godine i one su preteča današnjeg sedmo-segmentnog LED displeja [12]. Glavna razlika je u tome što ove cevi rade na visokom naponu i svaki segment u cevi je jedna cifra. Cev ima jednu zajedničku anodu i 10 katoda za svaku cifru ponaosob (brojevi od 0 do 9). Postoje varijacije ovih cevi koje pored 10 cifara imaju još i decimalnu tačku, a ima ih i u varijanti sa 7 segmenata, gde se cifre pale identično kao kod LED displeja.

U početku, vek trajanja im je bio ograničen na 5000 radnih sati, da bi se kasnije ta cifra povećala na 200000 radnih sati. Ove cevi su se koristile kao displej u ranijim verzijama digitalnih voltmetara, frekvencmetara, u vojnim eksperimentalnim uređajima, a kasnije kada su se pojavili modeli sa 14 segmenata [2], bili su idealni za terminale na aerodromima jer je postojala mogućnost da se pored brojeva ispišu i slova. Na Sl. 1. prikazan je primer horizontalne i vertikalne cevi.

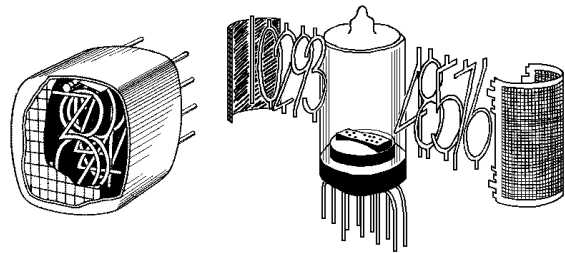
Ove cevi se danas više ne proizvode, teško se mogu naći u prodaji i cena im je velika. Bez obzira na sve ovo, one su i danas popularne zbog svog atraktivnog retro izgleda. Na internetu se mogu naći razni primeri časovnika koji su izrađeni na bazi ovih cevi [10]. Interesantno je to što su skoro svi časovnici izrađeni u kombinaciji sa nekim mikrokontrolerom i u tom slučaju imamo spoj logike koja radi na 5V i elektronike koja radi na 300V.

Aleksandar Živković je student na smeru Savremene računarske tehnologije Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: bataaca@gmail.com

Slavimir Stošović je asistent na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

Zoran Milivojević je profesor na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš
e-mail: zoran.milivojevic@vtsnis.edu.rs

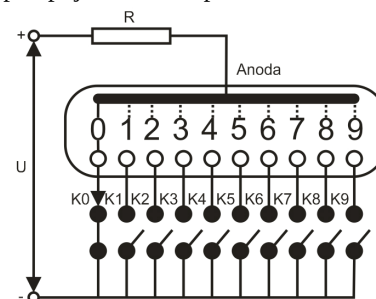
U ovom radu razvijen je prototip časovnika sa mikrokontrolerom AT89S52, proizvođača *Atmel* [3, 4]. Uglavnom svi časovnici ovog tipa koji se mogu naći na internetu su razvijani tako da svaka cev ima svoj drajver [5]. Prototip časovnika u ovom radu je razvijen sa jednim drajverom i šest cevi, gde se vrši multipleksiranje u vremenu. Ovaj pristup je primenjen u cilju smanjenja broja komponenti, što utiče na kompleksnost i cenu uređaja.



Sl. 1. Primer niksi cevi: levo horizontalna, desno vertikalna.

II. NIKSI CEVI

Niksi cev se sastoji od jedne zajedničke anode na koju su povezane cifre od 0 do 9 i deset katoda (za svaku cifru posebno). Na Sl. 2. je prikazana šema jedne cevi [6]. Na anodu se dovodi napon pobude i u zavisnosti od toga koja katoda se prespoji na masu upaliće se određena cifra.



Sl. 2. Šema niksi cevi

Cifre u cevima nalaze se u različitim slojevima koji su međusobno paralelni (Sl. 1) i napravljene su od tanke žice [7] tako da se ne zaklanjaju previše međusobno. Cevi mogu da rade na jednosmernom ili naizmeničnom naponu od 200 do 300V i u zavisnosti od napona bira se vrednost otpornika R (Sl. 6. a) otpornik R_{13} , vrednosti otpornika su date u tabeli II).

A. Karakteristike cevi IN-17

Osnovne karakteristike primenjenih niksi cevi iz serije IN-17, prikazane su u tabeli I, preporučene vrednosti

otpornika za konstantnu struju date su u tabeli II, a šema cevi IN-17 kao i opis pinova u tabeli III.

TABELA I
OSNOVNE KARAKTERISTIKE NIKSI CEVI IN-17

Napon pobude	170V
Napon isijavanja	120-170V
Struja isijavanja	1,5mA
Osvetljaj	100cd/m ²
Ugao posmatranja	±20 stepeni

TABELA II
PREPORUČENE VREDNOSTI OTPORNIKA

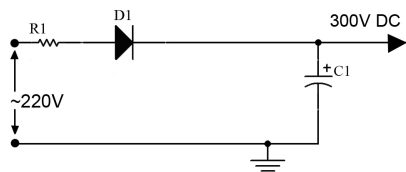
Napon	200V	250V	300V
Vrednost otpornika	30kΩ	36kΩ	51kΩ

TABELA III
ŠEMA I OPIS PINOVA CEVI IN-17

Pin	Opis
1	Anoda
2	Katoda 0
3	Katoda 1
4	Katoda 2
5	Katoda 3
6	Katoda 4
7	Katoda 5
8	Katoda 6
9	Katoda 7
10	Katoda 8
11	Katoda 9
12	Bez konekcije

B. Napajanje cevi

Za napajanje cevi visokim naponom je realizovano kolo koje od naizmeničnog mrežnog napona (efektivne vrednosti 220-230V i amplitude 310V) generiše jednosmeran blago pulsirajući napon od 300V [8]. Šema kola je prikazana na Sl. 4.

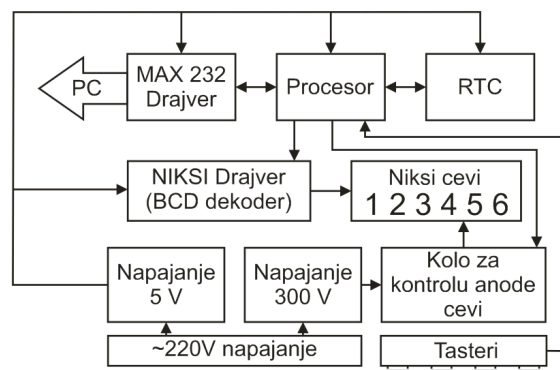


Sl. 4. Kolo za napajanje cevi

Za ovakvo napajanje je potrebna dioda (Sl. 4.D1) koja vrši odsecanja negativne poluperiode naizmeničnog napona, otpornik za ograničenje struje (Sl. 4. R1) i kondenzator malog kapaciteta (Sl. 4. C1) kako bi održao pulsirajući jednosmerni napon. Ovakvo napajanje je upotrebjeno jer je jednostavno za realizaciju.

III. ČASOVNIK

Glavni delovi časovnika su mikrokontroler AT89S52, niksi cevi tipa IN-17, opisane u prethodnom poglavlju, kolo DS1307 [9] i kolo MAX 232, drajver za serijsku komunikaciju. Na Sl. 5. je prikazana funkcionalna blok šema uređaja. Svaki blok u uređaju je detaljnije objašnjen u daljem tekstu i data je električna šema za pojedinačne blokove.



Sl. 5. Blok šema časovnika

A. Funkcionalni zahtevi

Uređaj je projektovan tako da ispunjava sledeće zahteve:

1. Čuvanje i prikazivanje vremena na niksi cevima
2. Podešavanje vremena pomoću tastera
3. Podešavanje i iščitavanje vremena pomoću računara
4. Čuvanje vremena u slučaju nestanka napona za napajanje
5. Podešavanje alarma za buđenje

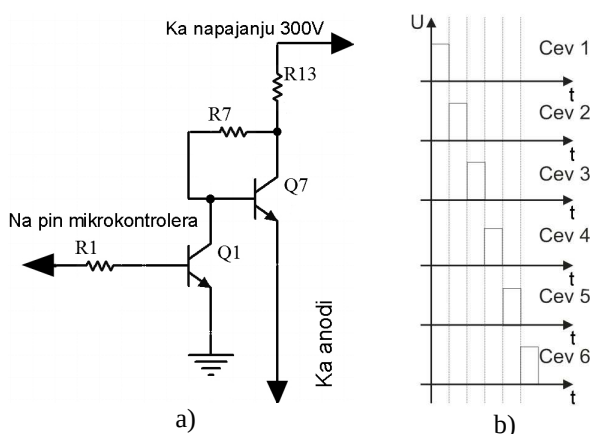
Cevi su multipleksirane u vremenu jer se koristi samo jedan niksi drajver. Između parova cifara postavljene su dve tinjalice, kako bi razdvojile sate, minute i sekunde. Takođe, postavljene su još dve tinjalice, crvena i zelena, crvena označava aktivnost alarma, a zelena da je uređaj uključen.

B. Struktura uređaja

Blok za napajanje ima zadatak da iz mrežnog napona obezbedi visoki napon za napajanje cevi i jednosmerni niski napon za napajanje logike. Kolo za napajanje cevi je objašnjeno u prethodnom poglavlju. Napajanje logike je izvedeno standardnim postupkom [11].

Funkcija mikrokontrolera AT89S52 je da kontroliše sam uređaj. Mikrokontroler je osmo-bitni, ima 4 porta P0, P1, P2 i P3, 256B rama i 8KB roma. Može da radi sa kristalima do 33MHz i ima tri 16-bitna tajmera/brojača. Na portu P0 je povezano 4 tastera i RTC DS1307, na portu P1 su povezani tranzistori za kontrolu anode niksi cevi, ukupno 6, na portu P2 su povezani indikatori alarma i tačke i na portu P3 je povezan niksi drajver i kolo za serijsku komunikaciju.

Na Sl. 6. a) prikazan je primer električne šeme kola za kontrolu anode cevi. Na otpornik R13 se dovodi napajanje od 300V, preko otpornika R7 se napon dovodi na bazu tranzistora Q7 i tranzistor prelazi u provodno stanje, ukoliko je tranzistor Q1 zakočen. Tranzistor Q1 je preko otpornika R1 povezan na pin mikrokontrolera. Ukoliko se na pinu mikrokontrolera javi visoko logičko stanje (5V), tranzistor Q1 vodi i spaja bazu tranzistora Q7 na masu, pri čemu ovaj tranzistor prelazi u zakočenje, a samim tim se obustavlja dovod napona na anodu cevi. Realizovano je 6 ovakvih kola, jer se koristi 6 cevi. Mikrokontroler pored ovih kola kontroliše i niksi drajver [5] istovremeno, tako da se u svakom trenutku menja odgovarajuća cifra za svaki od 6 displejeva. Sa Sl. 6. b) koja prikazuje kontrolne signale može se videti da je signal za svaku narednu cev pomeren u desno i ponavlja se periodično.



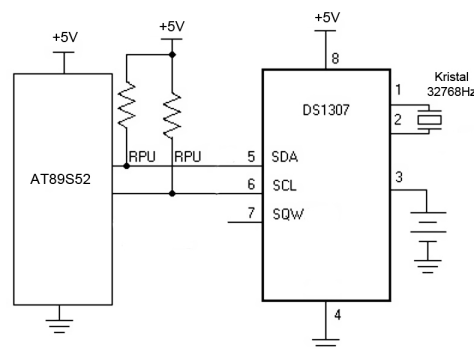
Sl. 6. a) Kolo za kontrolu anode niksi cevi
b) Signal za kontrolu cevi

Kolo MAX 232 se koristi kao sprega između računara i mikrokontrolera. Mikrokontroler ima svoj modul za serijsku komunikaciju, koji po standardu RS 232 komunicira sa računarom preko drajvera MAX 232.

Komunikacija se vrši pri bitskoj brzini od 9600 bita u sekundi. Prenosi se 6 bajta podataka pri upisu (W) i 10 pri čitanju (R), kod upisivanja prvi bajt je funkcija koja će se obaviti (W), zatim slede 4 bajta cifara (sati i minuti) i na kraju potvrda da se primljene vrednosti prihvate. Kod čitanja (R), pored vremena (sati, minuti i sekunde) čitaju se i podaci dve tačke i razmak, kako bi vreme bilo pregledno ispisano na monitoru računara. Reset upisuje nule u kolo RTC, jer usled propadanja baterije i isključenja napajanja kolo ulazi u nedefinisano stanje i mora biti resetovano ručno pre početka rada.

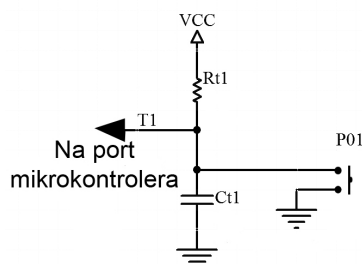
Na Sl. 7. je prikazana šema za povezivanje RTC kola DS1307 [9] na mikrokontroler. Ovo kolo je časovnik, njegova uloga je čuvanje vremena. U slučaju da dođe do prekida napajanja, kolo ima mogućnost da se preko pina 3 na njega prikači baterija od 3.6V i time eliminiše mogućnost gubitka podataka. Kolo je povezano po specifikaciji proizvođača sa „pull-up“ otpornicima na

izlazima. Izlazi mogu biti vezani na serijski ili paralelni port mikrokontrolera, a komunikacija se vrši po protokolu I²C. U ovom slučaju, pošto je serijski port zauzet, kolo je vezano na paralelni port mikrokontrolera. Izlaz na pinu 7 nije u upotrebi. Rezonantna frekvencija kristala koji se koristi je 32,768 kHz.



Sl. 7. Šema povezivanja DS1307 na mikrokontroler

Na Sl. 8. je dat primer povezivanja tastera. Sistem tastera radi na sledeći način: Kada se taster pritisne vrši se prespajanje određenog pina sa porta mikrokontrolera na masu, odnosno tada je taster aktiviran. Kada je taster otpušten onda je na pinu porta visoko naponsko stanje (logička jedinica). Časovnik ima 4 multi-funkcionalna tastera, prva dva se koriste za promenu cifara na displeju, a druga dva se koriste za modove setovanje vremena i setovanje alarma. Na Sl. 9. se može videti konačan izgled realizovanog časovnika.



Sl. 8. Šema povezivanja tastera na mikrokontroler



Sl. 9. Izgled realizovanog časovnika

IV. OPIS PROGRAMA

Na Sl. 10. prikazan je algoritam časovnika. Softver je organizovan na sledeći način:

1. Učitavaju se osnovne vrednosti i promenljive u bloku početak i vrši se priprema za rad.

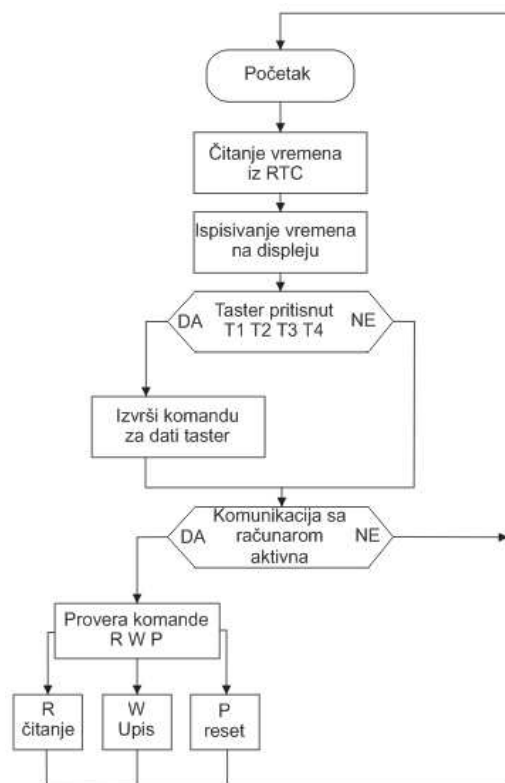
2. Sledeći blok se odnosi na čitanje vrednosti iz kola RTC DS 1307. Pročitani podaci su dvocifreni, a pošto se na svakoj cevi prikazuje jednocifren broj, ovi podaci se pretvaraju u jednocifrene po sledećoj formuli:

$$x : 10 = \text{cifra 1}$$

$$x - \text{cifra 1} * 10 = \text{cifra 2},$$

gde je x dvocifreni broj. Vrednosti su celobrojne (integer) tako da nema ostatka. Ovako dobijene vrednosti se šalju sledećem bloku.

3. U bloku za ispisivanje vremena na displeju se vrši odabir odgovarajuće cifre i cevi, prvo se ispisuju sati, minute pa sekunde. Ispisivanje na cevima se vrši sekventno, jedna cev za drugom. Da bi se ostvarila iluzija konstantno ispisanih vrednosti i da cifre ne trepere, osvežavanje cifara mora da bude minimum 230 puta u sekundi. Na nižim frekvencijama javlja se problem sa senkama u pozadini cifara koje su neprijatne za posmatrača.



Sl. 10. Algoritam časovnika

4. Vrš se ispitivanje da li je neki od 4 tastera pritisnut. U skladu sa tim, vrši se preskakanje bloka ukoliko tasteri nisu pritisnuti, u suprotnom se izvršava komanda za dati taster (podešavanje vremena ili alarma, reset, isključivanje alarma).

5. Poslednji u nizu je blok za komunikaciju sa računarom. Program ispituje da li je u bafer stigla neka informacija, ukoliko je stigla izvršiće se provera te informacije. U bafer mogu da stignu tri komande, W (piši), R (čitaj) i P (resetuj RTC). Ukoliko informacija u baferu ne odgovara ni jednoj od ovih komandi vrši se preskakanje ovog bloka. Ukoliko odgovara, izvršiće se blok za datu komandu. U slučaju reseta (P) RTC izvršiće se blok programa koji vrši upis nula u kolo RTC. U slučaju komande čitanja (R) izvršiće se iščitavanje vremena (sati minute i sekunde), konverzija karaktera kako bi se karakteri mogli prikazati na ekranu računara, a zatim slanje tih karaktera na RS 232 port. U slučaju upisivanja (W) izvršiće se prijem karaktera (sati i minute, sekunde se ne upisuju), zatim će se izvršiti provera primljenih karaktera (samo cifre od 0 do 9 i to u opsegu časovnika, da ne bi kojim slučajem npr. upisali 99 sati i 99 minuta). Ukoliko su vrednosti u opsegu izvršiće se prihvatanje vrednosti i upisivanje u RTC a zatim i prikazivanje na displeju.

V. ZAKLJUČAK

U radu je opisan način realizacije sata sa niksi cevima, tipa IN-17, koji je kontrolisan mikrokontrolerom AT89S52. U sklopu uređaja zajedno funkcionišu niksi cevi, kao komponente koje odavno nisu u upotrebi i mikrokontroler, kao komponenta novije generacije. Sa druge strane to predstavlja spoj logike koja radi na 5V (mikrokontroler) i elektronike koja radi na 300V (niksi cevi). Korišćena je tehnika vremenskog multipleksiranja, pa je časovnik realizovan sa samo jednim drajeverom i šest niksi cevi. Realizovani uređaj je testiran i sadrži sve funkcionalnosti koje jedan sat treba da ima.

LITERATURA

- [1] Z. Milivojević, Mikrokontroleri – arhitektura 8051, Niš, Puna, 2005.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Nixie_tube, oktobar 2012.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Fourteen_segment_display, oktobar 2012.
- [4] <http://www.atmel.com/Images/doc1919.pdf>, oktobar 2012.
- [5] <http://www.g3ynh.info/digridout/74141.html>, oktobar 2012.
- [6] http://www.mcarnia.de/nixie/ncp_en/ncp.htm, oktobar 2012.
- [7] <http://zedomax.com/blog/2007/03/23/nixie-tube-counter-taken-apart/>, oktobar 2012.
- [8] <http://www.electronixandmore.com/projects/nixieclocks/nixclkv2.gif>, oktobar 2012.
- [9] <http://microcontroller51.blogspot.com/2009/07/interfacing-of-real-time-clock-ds1307.html>, oktobar 2012.
- [10] <http://www.tube-tester.com/sites/nixie/nixie-clocks/nixie-clocks.htm>, oktobar 2012.
- [11] <http://www.circuitstoday.com/5v-power-supply-using-7805>, oktobar 2012.
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display, oktobar 2011.

Studiranje na danskom tehničkom fakultetu iz ugla studenta doktorskih studija

Dušan Vučković

Sadržaj - U ovom radu opisan je način studiranja na danskom tehničkom fakultetu (*Danmarks Tekniske Universitet-DTU*) iz ugla studenta doktorskih studija.

I. UVOD

Danski tehnički fakultet (*Danmarks Tekniske Universitet*) najčešće skraćeno DTU, je univerzitet koji se nalazi severno od Kopenhagena i predstavlja najbolji inženjerski univerzitet u Skandinaviji i jedan od vodećih univerziteta u Evropi i svetu.

Univerzitet je osnovan 1829. godine kao prvi politehnički fakultet u Danskoj i od tada je u neprekidnom rastu. Univerzitet trenutno zapošljava oko 5000 ljudi od kojih je oko 2500 direktno uključeno u istraživačke aktivnosti. Nastavu pohađa 8873 Bachelor i Master studenata i oko 1276 studenata doktorskih studija. Bitno je napomenuti da ukupno 1273 internacionalna studenta pohađa nastavu na DTU.

DTU je podeljen na niz katedri i studenti su slobodni da biraju ispite sa različitih katedri. Katedre su:

- DTU Aqua, National Institute for Aquatic Resources
- DTU Business, DTU Executive School of Business
- DTU Cen, Center for Electron Nanoscopy
- DTU Chemical Engineering, Department of Chemical and Biochemical Engineering
- DTU Chemistry, Department of Chemistry
- DTU Civil Engineering, Department of Civil Engineering
- DTU Danchip, Danchip
- DTU Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering
- DTU Environment, Department of Environmental Engineering
- DTU Executive School of Business
- DTU Food, National Food Institute
- DTU Fotonik, Department of Photonics Engineering
- DTU Informatics, Department of Informatics and Mathematical Modelling
- DTU Management Engineering, Department of Management Engineering
- DTU Mathematics, Department of Mathematics

Dušan Vučković je student doktorskih studija na *Danmarks Tekniske Universitet*, Informatics and Mathematical Modeling. E-mail: duv@delta.dk

- DTU Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering
- DTU Nanotech, Department of Micro-and Nanotechnology
- DTU Physics, Department of Physics
- National Laboratory for Sustainable Energy
- DTU Space, National Space Institute
- DTU Biosys, Department of Systems Biology
- DTU Library, Technical Information Center of Denmark
- DTU Vet, National Veterinary Institut
- DTU Transport, Department of Transport

Pored katedri postoje i centri za istraživanja koji upošljavaju mahom studente doktorskih studija i osoblje koje se bavi isključivo naučno istraživačkim radom. Istraživački centri su sledeći:

- Center for Arktisk Teknologi
- Center for Facilities Management
- Center for Biological Sequence Analysis
- Center for Information and Communication Technologies
- Center for Microbial Biotechnology
- Center for Phase Equilibria and Separation Processes
- Center for Technology, Economics and Management
- Center for Traffic and Transport
- Centre for Applied Hearing Research
- Centre for Electric Technology
- Combustion and Harmful Emission Control
- The Danish Polymer Centre
- IMM Statistical Consulting Center
- International Centre for Indoor Environment and Energy
- Centre for Advanced Food Studies
- Nano-DTU
- Fluid-DTU
- Food-DTU
- EnergiDTU

Za više detalja pogledati zvaničnu prezentaciju fakulteta na <http://www.dtu.dk/English.aspx> [1]. Dalje navođenje statističkih podataka i prevođenje promotivnog materijala sa danskog i engleskog neće dati pravu sliku o životu i radu na ovom univerzitetu fokusirao bih ostatak teksta na moj lična iskustva koja sam stekao kao student i asistent na ovom univerzitetu.

II. ODLAZAK NA DOKTORSKE STUDIJE

Statistički gledano oko trećine studenata doktorskih studija nisu poreklom iz Danske. Ovo se može jako jednostavno objasniti pošto tržište rada omogućava prosečnom diplomiranom Dancu da nađe posao u svojoj oblasti i da ima početnu platu 25-30% veću od plate studenta doktorskih studija. Kao direktna posledica samo mali broj Danaca se odlučuje na dalje stručno usavršavanje ostavljajući mesta za internacionalne studente, koji do pozicije dolaze prvenstveno prikazivanjem dovoljne motivisanost za rad uz odgovarajuću akademsku pozadinu.

Ja sam do svoje pozicije došao direktno prijavljujući se na konkurs koji sam našao putem Googla. Dobio sam poziciju na katedri za Informatiku i matematičko modeliranje gde od marta 2011. radim na doktoratu iz aplikacija bežičnih senzorskih mreža napajanih alternativnim izvorima energije. S obzirom da sam na idustrijskim doktroskim studijama najveći deo vremena provodim u firmi na čijem projektu radim doktorske studije. Zbog toga moj doživljaj doktroskih studija ne oslikava tipične doktorske studije, ali iskustva koja imam, dopunjena iskustvima kolega daju prilično dobar uvid u život i rad univerziteta.

III. DOLAZAK NA KAMPUS

Najveći broj objekata univerziteta, kao i glavna administrativna zgrada, se nalaze na prostoru kampusa koji je smesten 15km severno od Kopenhaga. Pošto se nalazi odmah pored glavne saobraćajnice omogućavajući laku komunikaciju između grada i kampusa.

Kampus je veliki. Obim kampusa je oko 5km, što se može videti na tabli koja iscrta uređenu stazu za trčanje oko fakulteta. Kampus je podeljen na četiri kvadranta poput Dekartovog koordinatnog sistema i zgrade su označene brojevima koji odgovaraju broju kvadranta koordinatnog sistema u kome se nalaze. Postoji par autobuskih linija koje saobraćaju između delova univerziteta olakšavajući kretanje tokom kišnih dana, mada danski studenti se mahom po kampusu kreću bicikloma, pošto je bicikla omiljeno prevozno sredstvo u Danskoj. Objekti su mahom svi jednospratni sa laboratorijama smeštenim u podrumu i delom u prizemlju i učionicama i kabinetima na prvom spratu.

Na kampusu postoje dve menze koje su na raspolaganju studentima i još jedna za nastavno osoblje, gde spadaju i studenti doktorskih studija. Za razliku od menze u Srbiji gde samo studenti sa abonentskim knjižicama mogu da se hrane u menzi, ovde je menza otvorena za sve studente. Menza funkcioniše po principu švedskog stola gde se obrok plaća u zavisnosti od težine hrane koja je uzeta. Takođe, postoje i predifinirani meniji po fiksnoj ceni.

Biblioteka je smeštena u glavnoj zgradi. Po ulasku u biblioteku stvar koja dominira nisu beskonačni nizovi knjiga, ili prazan hladan prostor u kome nekoliko studenata

sedi u jaknama, već redovi stolova sa računarima, od kojih svaki ima dva monitora. Prostor upotpunjuje klipni avion koji visi sa krova objekta. Postoji šalter za izdavanje knjiga, ali je pomeren u drugi plan. U biblioteci su postavljene mašine za kopiranje, povezivanje i štampači koji su na raspolaganju studentima bez nadokade za njihovo korišćenje. Na dva gornja sprata se nalaze, pored računara, veliki broj stolova i stolica podeljenih u improvizovane učionice pomoću pokretnih paravana omogućavajući studentima da dele prostor po svojim potrebama, što je idealno za grupni rad.

Svi računari su povezani na lokalnu mrežu. Kao interesantnu činjenicu bih izneo da svaki student ima svoju "virtuelnu mašinu" na glavnom serveru. Ova virtuelna mašina omogućava da student ima isto radno okruženje sa svojim programima, podešavanjima i fajlovima, bez obzira na to na kom računaru na kampusu radi. Po logovanju na sistem računar se automatski povezuje sa serverom i pokreće studentovu virtuelnu mašinu.

Kampus raspolaže i brojnim objektima za vannastavne aktivnosti. Pored velike sale za sportske aktivnosti koja se sastoji iz nekoliko zatvorenih terena, najinteresantniji dodatak je hala za održavanje jedrilica univerzitetskog jedriličarskog kluba, i to ne brodova već bezmotornih letelica.

Univerzitet raspolaže i barom gde se održavaju žurke i razni socijalni događaji. Studenti smešteni u jednom od nekoliko domova na kampusu, vrlo često posećuju ovaj bar koji stalno organizuje najrazličitija dešavanja, vikendima i do kasno u noć. Takođe se često organizuju i tematske večeri i na drugim delovima fakulteta poput takmičenja u plesu, igranju video igrice, sportske manifestacije, događaji organizovani od strane raznih udruženja itd.

Skoro svaka zgrada na svakom spratu poseduje i prostor za opuštanje koji je obično realizovan spajanjem nekoliko učionica. U ovom prostoru se gde se nalazi čajna kuhinja, dvosedi ili trosedi, par stolova, kao i vrlo često sto za stoni fudbal, a ako prostor dozvoljava, i sto za bilijar. Ove prostorije su rezervisane za zapoštene na fakultetu.

IV. PRVOG SEPTEMBRA NAZAD U KLUPE

Školska godina na DTU počinje 1. septembra i podeljena je na dva semestra. Svaki semestar se sastoji iz: 13-nedeljnog perioda, ispitnog perioda i perioda intenzivnih kurseva.

Prvi period obuhvata predavanja, računske i laboratorijske vežbe, poput klasičnog semestra na sprskim univerzitetima. Ovaj period se završava jednom nedeljom posvećenom pripremi ispita nakon koje sledi dvonedeljni ispitni rok. Nakon ispitnog roka sledi tronedeljni period intenzivnih kurseva gde studenti, koji žele, biraju jedan ispit, i tokom te tri nedelje su fokusirani samo na taj ispit. Ispiti u ovom periodu su mahom praktično orijentisani i

imaju za cilj resavanje nekog, često industrijskog, problema. Obično sadrže kratak teoretski uvod praćen praktičnim radom na projektu.

Predavanja se tokom godine održavaju u amfiteatrima koji mogu da prime do 150 studenata koji su mahom polu popunjeni. Sva predavanja se očekivano odvijaju praćena power point prezentacijama. Interesantna činjenica je da na predavanjima niko od profesora nije koristio laserske pointere kako bi skrenuli pažnju na neki deo slajda, već bi koristili štapove različitih dužina u te svrhe.

Iako je ovaj vid klasnične nastave prilično jednosmeran, profesori se trude da na svakih pola sata do 45 minuta postave zadatak studentima, koji se obično sastoji iz diskutovanja na zadatu temu između studenata nakon čega grupe koje su diskutovale iznose svoje ideje i komentarišu ideje drugih grupa.

Sadržaj predavanja se menja na godišnjem nivou zajedno sa promenom literature. Ovo je moguće pošto su ljudi na čelu DTU-a su ustanovili da budućim inženjerima znanje stručnog danskog u oblasti inženjerstva neće biti od preterane koristi. Zbog toga je odlučeno da se nastava na master kursovima izvodi na engleskom jeziku. Na ovaj način su omogućili dolazak većeg broja stranih studenata, usput rešivši problem nedostatka literature na danskom jeziku. Ovakva odluka je direktno uticala na poboljšanje kvaliteta engleskog jezika kod studenata naročito ako se uzme u obzir da pojedini profesori insistiraju da se izveštaji, seminarski radovi i ispiti, kako pisani tako i usmeni polažu na engleskom jeziku.

Kako bi pokrili što je moguće više aspekata buduće karijere inženjera predmeti su podeljeni u četiri kategorije: opšti predmeti, stručni predmeti, izborni predmeti i završni rad. Postoji niz različitih master programa koji imaju za cilj usko stručno usavršavanje studenta u datoj oblasti. Više detalja o pomenutim programima i smerovima se može naći u vodiču za internacionalne studente: <http://www.minddenmark.com/dtu/english/>.

Ukupan broj ESPR poena koji je neophodan za dobijanje master diplome je 300. Različiti predmeti nose različiti broj poena. Predmeti su podeljeni u nekoliko kategorija u zavisnosti od broja radnih sati neophodnih za savlađivanje gradiva. 1 ESPR poen je ekvivalent 28 radnih sati. Bazirano na tome predmeti su podeljeni na 2.5, 5 i 7.5 poena. Stranica sa spiskom predmeta je dostupna i široj javnosti preko stranice fakulteta http://www.dtu.dk/english/education/course_catalogue.asp. Treba napomenuti da postoje kursevi koji se drže pod takozvanim „otvorenim univerzitetom“ koji omogućavaju da studenti polažu ispite na drugim univerzitetima, ako smatraju da će ti ispiti pomoći u njihovoj daljoj karijeri.

S obzirom da ne postoji sistem upisa godina, na studentu je da organizuje dinamiku svojih studija. Ova činjenica je sa druge strane ima za posledicu da je prosek studija u Danskoj 7 godina.

V. VIRTUELNA STUDENTSKA SLUŽBA

U cilju efikasnije administracije uveden je interent servis zvan "campusnet" koji vrši ulogu studentske službe. Pored servisa pomoći oko organizovanja toka studija, prijave ispita, prijave za predmete za naredni semestar, ovaj internet servis služi i kao studentski informacioni portal. Takođe sve informacije vezane za kurseve koje student pohađa su ovde prisutne. Ovaj servis takođe svim studentima omogućava pristup IEEE/ACM digitalnim bibliotekama.

Campusnet u potpunosti zamenjuje oglasnu tablu koja je i dalje prisutna na srpskim fakultetima. Govoreći o oglasnim tablama takođe treba napomenuti da su ocene tajne, tj. niko sem profesora i studenta nema uvid u ocenu koju je student dobio. Na ovaj korak su se Danci odlučili kako bi sprečili otvoreno rivalstvo između studenata i time napravili prijatniju atmosferu za rad.

Predaja izveštaja sa laboratorijskih vežbi, seminarskih radova i svih ostalih dokumenata radova koji spadaju u predispitne obaveze se vrši pomoću Campusnet-a. Svim radovima koji se šalju na ocenjivanje 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 skoro bez izuzetaka kažnjavaju.

VI. ISPITI

Slično kao i na srpskim fakultetima evaluacija kursa se vrši na osnovu predispitnih obaveza u kombinaciji sa završnim ispitom. Predispitne obaveze se sastoje iz laboratorijskih ili računskih vežbi kao i serije seminarskih radova.

Način polaganja samog ispita može da varira dosta od predmeta do predmeta, ali se mahom svodi na pisani ispit, usmeni ispit ili prezentaciju rada koji je rezultat odradenih laboratorijskih vežbi ili seminarskih radova. Bitno je napomenuti da vrlo često studenti na pisanim ispitima imaju potpunu slobodu da koriste svu literaturu, interent ili beleške sa predavanja. Sa druge strane, ispiti koji omogućavaju upotrebu pomoći imaju oko 50% problema sa kojima se studenti nisu direktno susreli tokom predavanja i vežbi, te zahtevaju od studenta da pokaže da je savladao materijal koji je prezentovan tokom kursa, a ne puku reprodukciju gradiva.

Na samom ispitu konačni rezultat je u drugom planu. Prvenstveno se ocenjuje sposobnost studenta da izvrši analizu problema, da iznese moguće opcije kao i da da objašnjenje zbog čega je datu opciju izabrao u rešavanju problema. Ovakv pristup ocenjivanju prinuđuje studenta da mišljenja iznosi sistematski i racionalno obrazlaže izbore metoda i pristupa rešavanju problema. Veštine koje će biti od koristi u njegovom daljem radu po završenim studijama.

Ispiti se vrlo često polazu pred komisijom koja se sastoji od dva ili više profesora i nije neobično da jedan od profesora nije uopšte učestvovao u predavanjima. U nekim slučajevima član komisije može biti i stručnjak u datoj oblasti koji nije uključen u nastavu. Na ovaj način se onemogućava da jedna osoba donosi sud o kvalitetu rada studenta, povećavajući objektivnost data ocene.

Danski sistem poseduje skalu od 15 ocena. Vodi se i evidencija o tome koliko je studentu nedostajlo da položi ispit. Tako da ocena od -2 predstavlja jako slabo urađen ispit dok 0 predstavlja rad koji je bio na granici da bude prihvaćen. Radovi koji su zadovoljili sve uslove se rangiraju pomoću 12 ocena, gde je 12 najviša ocena koja se može dodeliti za rad.

VII. I NA KRAJU... ZAKLJUČAK

DTU načinom na koji je organizovan, opremom i uslovima za studiranje potpuno opravdava svoju poziciju u svetu i Evropi. Pristup radu prisutan na DTU teži da pripremi što je moguće bolje buduće inženjere, stalno menjajući plan i program. Sve u cilju što je pokrivanja rastućeg broja izazova sa kojima se moderni inženjer susreće u svakodnevnom radu. Sudeći po rezultatima DTU je jako uspešan u tome.

LITERATURA

[1] Zvanična prezentacija danskog tehničkog fakulteta, Dostupno na: <http://www.dtu.dk/English.aspx>

MathForKids - edukativni softver za bada i Android OS

Dimitrije Paunović, Slavimir Stošović

Sadržaj – Razvoj aplikacija za mobilne uređaje poslednjih godina je postao jako popularan. Najpopularnije aplikacije su razvijene za iOS i Android mobilne uređaje i njihov broj je najveći. Korisnicima uređaja sa drugim operativnim sistemima (bada, WindowsPhone, Symbian, BlackBerry OS...), takođe je dostupan dovoljno veliki broj najrazličitijih aplikacija. Samim tim, veliki broj programera se bavi razvojem aplikacija za mobilne uređaje. U ovom radu je predstavljena aplikacija za mobilni telefon pod nazivom MathForKids. Aplikacija je edukativnog karaktera i namenjena je najmlađima. Služi za vežbanje osnovnih matematičkih operacija, uz pomoć jednostavnih primera i zanimljivog okruženja. Aplikacija je razvijena za uređaje koji koriste bada operativni sistem, korišćenjem programskog jezika C++, kao i za uređaje sa Android operativnim sistemom, za šta je bilo neophodno koristiti programski jezik Java. Nakon prikazanih funkcionalnosti, koje su identične bez obzira na mobilnu platformu, prikazane su i razlike, posmatrano iz programerskog ugla.

I. UVOD

Mobilni telefoni predstavljaju novu eru u razvoju računarske i komunikacione tehnologije, tako da postaju sve pristupačniji i imaju sve veće mogućnosti. Za njih se razvija softver koji omogućava korisniku da ima pristup svim važnim informacijama ali mu i omogućava zabavu kroz najrazličitije igre. U poslednje vreme društvene mreže postaju sve popularnije, tako da mobilni telefoni imaju sve veće ulogu na toj sceni.

Za razliku od desktop aplikacija i računara, mobilni telefoni se dosta razlikuju. Osim razlika u samom hardveru, dimenzije telefona su mnogo manje od dimenzija klasičnog desktop računara. U pogledu resursa mobilni telefon je dosta siromašniji, mada zadnjih godina na tržište dolaze telefoni koji imaju zavidne karakteristike, kao što su pametni (*smart*) telefoni. Pored navedenog, mobilne telefone karakteriše veliki broj senzora, npr. ekran na dodir, detektor metala, GPS (sistem za pozicioniranje), merač ubrzanja, merač temperature itd. Sve ove senzore treba iskoristiti na pravi način kako bi privukli korisnike. Sa druge strane, desktop računari imaju mnogo veće resurse, poseduju miša kojim korisnik interaguje sa računarom,

Dimitrije Paunović je student na smeru Savremene Računarske Tehnologije i član VTŠ Apps Tima Visoke Tehničke Škole Strukovnih Studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, e-mail: mishkokl@gmail.com

Slavimir Stošović je asistent na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu i koordinator VTŠ Apps Tima, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, e-mail: slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

zatim veliku tastaturu, dok mobilni uređaji raspolažu mnogo manjim resursima. Veoma bitan faktor koji karakteriše mobilne telefone je to što oni ostaju uključeni dnevno, nedeljama, pa čak i mesecima. Iz tog razloga je veoma bitno da telefon troši što je moguće manje energije, kao i da bude rešeno pitanje curenja memorije, jer bi nakon dužeg vremenskog perioda došlo do premašanja memorije.

Trenutno postoji veliki broj modela čiji se rad zasniva isto tako na velikom broju mobilnih platformi. Među najpoznatije mobilne platforme spadaju Windows Mobile [1], Android [2], iOS [3], kao i novo kreirana platforma kompanije Samsung, bada [4]. Mobilne platforme pokušavaju da se izbore za primat na tržištu stalnim povećanjem broja, ali i kvaliteta aplikacija. Zbog toga se veliki broj programera opredeljuje za razvoj aplikacija za mobilne uređaje.

II. BADA OPERATIVNI SISTEM

Prilikom samostalnog razvijanja platforme, korporacija Samsung je imala na umu da otvori potpuno novi pravac razvoja pametnih telefona. Operativni sistem je baziran na otvorenom kodu (*open source*) i namenjen je širokom spektru uređaja. Nova smartphone platforma je nazvana "bada", što na korejskom jeziku znači "okean", kao sinonim za ogromne mogućnosti same platforme. Prilikom razvoja ovog operativnog sistema Samsung se rukovodio idejom "Smart telefon za sve". Cilj ove ideje nije da bada uđe u trku sa postojećim smartphone platformama, već da smart telefone učini pristupačnijim. Pun potencijal bada smartphone platforme se može videti na telefonima iz serije Wave, dok i na jeftinijim modelima slabijih performansi, pruža prijatno korisničko iskustvo.

Za razliku od drugih operativnih sistema, bada OS nije klasičan operativni sistem, već platforma sa podesivom arhitekturom jezgra, koja omogućava upotrebu jezgra operativnog sistema u realnom vremenu, ili Linux [5] jezgra. Na vrhu jezgra se nalazi kernel, zatim uređaj, pa servis, i na kraju sloj razvojnog okruženja.

Sloj uređaja obezbeđuje usluge kao što su grafika, telefonija, protokoli, bezbednost itd. Sloj servisa obezbeđuje SMS, mapiranje, kupovinu kroz aplikacije, kao i druge servise. Da bi se obezbedile takve mogućnosti, tu je bada server. Gornji sloj, sloj razvojnog okruženja, pruža API (*Application Programming Interface*) u koji je ugrađen C++ programski jezik.

Operativni sistem bada pruža različite kontrole korisničkog interfejsa programerima: pruža osnovne kontrole korisničkog interfejsa kao što su ListBox, Color

Picker, Tab itd. Osim toga, ona poseduje kontrolu web pretraživača, zasnovanu na otvorenom kodu WebKit, kao i mogućnosti Adobe Flash-a [5]. I jedan i drugi mogu biti ugrađeni u srodne bada aplikacije.

Bada IDE (Integrated Development Environment) predstavlja integrisano razvojno okruženje koje obezbeđuje set razvojnih alata, kao što su C++ editor, kompajler, debager i deo za kreiranje korisničkog interfejsa (*UI builder*). Bada IDE je zasnovano na Eclipse CDT [5] (*C/C++ Development Tools*). Eclipse obezbeđuje set alata za razvoj koda u tekst editoru. Ovi alati podržavaju CDT mogućnosti, kao što su senčenje sintaksnog koda, slaganje koda, slaganje dokumenata, sadržaj pomoći.

Da bi mogli da pokrenemo bada SDK potrebno je da hardver računara zadovolji potrebni minimum, a to je: Microsoft Windows XP, 1.4 GB RAM memorije, 1.8 GB slobodnog prostora na hard disku, administratorska prava, minimalnu rezoluciju ekrana od 800x600 piksela (zbog jasnog prikazivanja simulatora) pristup internetu da bi pristupili bada developer sajtu [6] i na kraju članstvo na bada sajtu, da bi smo mogli da preuzmemo SDK fajl.

Razvoj aplikacija za bada platformu se vrši u Eclipse okruženju na C++ jeziku, posebno prilagođenom karakteristikama mobilnih telefona, tako da se razlikuje od standardnog C++ jezika.

III. ANDROID OPERATIVNI SISTEM

Android je danas najpopularnija mobilna platforma. Popularnost Android uređaja se zasniva na mogućnosti korišćenja svih Google aplikacija, ali i činjenici da je više od 600.000 aplikacija i igara dostupno na Google Play portalu [7].

Bazirajući svoju platformu na otvorenom Linux kodu i više od 300 hardverskih, softverskih i drugih kooperanata, Android je vrlo brzo postao najbrže rastući mobilni operativni sistem. Android pruža sve što je potrebno za kreiranje aplikacije sa najboljim korisničkim iskustvom (*user experience*). Na raspolaganju je bogat skup alata za kreiranje aplikacija, koje osim odličnog vizuelnog identiteta, na najbolji način koristi mogućnosti hardvera na svakom uređaju.

Ova platforma automatski prilagođava svoj UI (*user interface*) da izgleda najbolje na različitim tipovima uređaja. Moguće je kreirati jednu aplikaciju koja je optimizovana za telefon i tablet (za uređaje različitih dimenzija ekrana). Android Developer Tools pruža puno Java IDE razvojno okruženje sa naprednim funkcijama za razvoj, otklanjanje grešaka (*debuging*), i pakovanje Android aplikacije. Koristeći IDE, moguće je testirati aplikaciju na bilo kom Android uređaju, koji je povezan na kompjuter ili testirati aplikaciju na kreiranim virtuelnim uređajima koji oponašaju konfiguraciju hardvera.

Arhitektura Android OS-a podeljena je na pet sekcija:

- Linux Jezgro (*Kernel*) – jezgro na kome je Android baziran. Ovaj sloj sadrži najjednostavnije drajvere za različite hardverske komponente Android uređaja [8].

- Biblioteke (*Libraries*) – u bibliotekama je sadržan ceo kod koji definiše glavne karakteristike Android Os-a. Na primer, SQLite biblioteka obezbeđuje pomoćnu bazu podataka kako bi je aplikacija koristila za skladištenje podataka.

- Android Runtime – Nalazi se na istom sloju kao biblioteke, obezbeđuje osnovne biblioteke koje omogućavaju pisanje Android aplikacija uz pomoć programskog jezika Java.

- Application Framework – izlaže različite mogućnosti Android OS-a programeru kako bi ih isti koristili u procesu stvaranja aplikacije.

- Aplikacije (*Applications*) - Na ovom visokom sloju, nalaze se aplikacije koje su već preinstalirane na uređaju (Phone, Contacts, Browser...) kao i aplikacije koje se preuzmu sa Marketa.

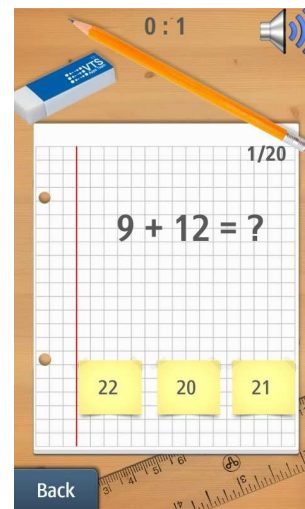
Za instalaciju Android SDK potrebno je: Microsoft Windows XP (32-bit), Vista (32- ili 64-bit), ili 7 (32- ili 64-bit), pristup internetu da bi pristupili Android developer sajtu [2] i preuzeli SDK fajl, Java JDK i Eclipse 3.6.2 okruženje.

IV. OPIS APLIKACIJE

Aplikacija MathForKids je edukativnog karaktera i namenjena je najmlađima. Služi za učenje osnovnih matematičkih operacija (sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje), uz pomoć jednostavnih primera i zanimljivog okruženja. Okruženje aplikacije je usklađeno tako da deci olakša rešavanje matematičkih operacija. Aplikacija će, iz korisničkog ugla, biti predstavljena na primeru aplikacije za bada platformu. Funkcionalnosti aplikacije za Android platformu su identične. Razlike u programerskom delu će biti prikazane u narednom poglavlju.



Sl. 1. Početna forma.



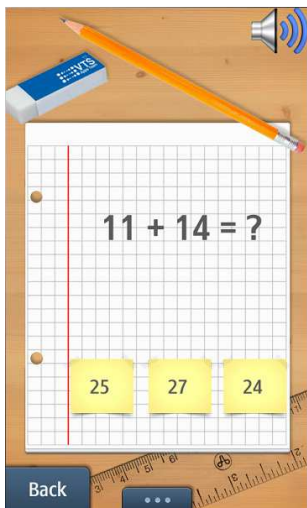
Sl. 2. Qiuiz forma.

Nakon pokretanja aplikacije i uvodnog splash screen-a korisnik na početnoj formi (Sl. 1.) može da bira jednu od ponuđenih opcija:

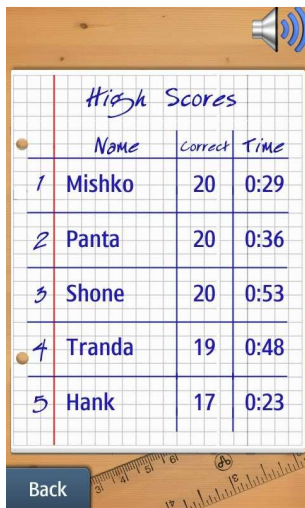
- **Start** – Pokretanje kviza.
- **Exercise** – Vežbanje matematičkih operacija.
- **High Score** – Prikaz rezultata postignutih u kvizu.
- **Instructions** – Uputstvo za korišćenje aplikacije.
- **About us** – Sadrži osnovne informacije o VTŠ Apps Timu, koji je kreirao aplikaciju.

Početna forma predstavlja navigaciju kroz celokupnu aplikaciju. Pomoću ove forme moguće je pristupiti svim ostalim delovima aplikacije. Forma sadrži pet dugmadi, a svako dugme vodi u neku od narednih formi. Ukoliko korisnik odabere opciju **Start**, otvara se forma **Opcije** koja služi za odabir operacije koja će se rešavati u kvizu. Forma sadrži četiri dugmeta, sa četiri različite matematičke operacije i dugme "Back" za povratak u prethodnu formu. Forma **Opcije** je slična početnoj formi - ukoliko odaberemo jednu od ponuđenih operacija ulazimo u formu kviz.

Quiz Forma (Sl. 2.) je glavna i najvažnija forma u celoj aplikaciji. U ovoj formi korisnik dobija 20 jednačina sa matematičkim izrazima u kojima figuriše odabrana operacija, koje se postavljaju u centar ekrana. U donjem delu ekrana su ponuđena tri, za svaku jednačinu moguća, odgovora od kojih je samo jedan tačan. Kada korisnik odabere jedan od odgovora, nevažno da li je tačan ili netačan, pojavljuje se druga jednačina. U gornjem delu ekrana nalazi se tajmer koji meri vreme za koje korisnik rešava kviz, a iznad jednačine nalazi se brojač koji prikazuje redni broj pitanja. Ukoliko korisnik želi da prekine kviz, u donjem levom uglu ekrana nalazi se "Back" dugme za povratak u početnu formu.



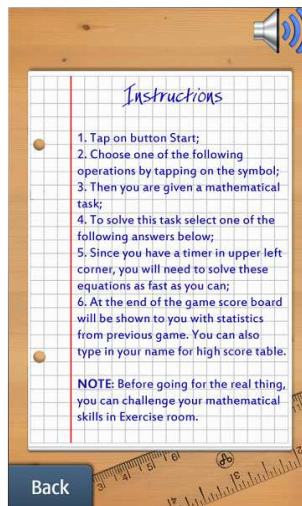
Sl. 3. Forma za vežbanje.



Sl. 4. HighScore forma.

Exercise forma, prikazana na Sl. 3, se koristi za vežbanje matematičkih operacija pre kviza. Nalik je formi kviz, jednačina se nalazi na sredini ekrana i takođe su ponuđena tri moguća odgovora. Ono što razlikuje formu **Exercise** od forme **Quiz** je nedostatak tajmera, nije

ograničen broj jednačina i postoji mogućnost menjanja operacija u bilo kom trenutku. Kada korisnik odabere jedan od ponuđenih odgovora, ukoliko je tačan odgovor pojavljuje se animacija koja vizuelno potvrđuje tačnost odgovora i pojavljuje se nova jednačina. Ukoliko je odabran netačan odgovor, pojavljuje se animacija koja vizuelno prikazuje netačnost odgovora i korisnik ima mogućnost ponovnog odabira, sve dok ne odabere tačan odgovor.



Sl. 5. Instructions forma.



Sl. 6. About us forma.

HighScore forma služi za prikaz pet najboljih rezultata postignutih na kvizu. Rezultati se tabelarno prikazuju na ekranu, pomoću labela. **HighScore** forma je prikazana na Sl. 4. Forme **Instructions** i **About Us** služe za davanje informacija korisniku o načinu korišćenja aplikacije kao i informacija o VTŠ Apps Timu koji je kreirao aplikaciju. U obe forme se nalazi jedna labela sa pozadinom, u kojoj je postavljen tekst i jedno dugme za povratak u početnu formu. U **About Us** formi, nalaze se informacije za kontakt, e-mail adresa i web adresa stranice Tima, tako da korisnik može da kontaktira programere za sva potrebna objašnjenja ili da pošalje predloge za poboljšanje. Ove forme se mogu videti na Sl. 5 i 6.

V. METOD RADA

"MathForKids" aplikacija je izrađena za bada i Android operativne sisteme. Za izradu na bada OS korišćen je programski jezik C++. Ovo je *form based* aplikacija, tj. aplikacija bazirana na formama. Sastoji se od 7 formi za bada OS (ekstenzija .cpp) i 9 formi za Android OS (ekstenzija .java), a specifikacija formi je data u nastavku:

- **Pocetna.cpp/Main.java** - navigacija kroz celokupnu aplikaciju
- **Opcije.cpp/Option.java** - forma za odabir operacije koje se rešavaju u kvizu

- **Quiz.cpp/Quiz.java** - forma u kojoj se nasumično generiše 20 izraza za rešavanje
- **Exercise.cpp/Exercise.java** - forma za vežbanje matematičkih operacija
- **Highscore.cpp/Highscore.java** - forma za prikaz 5 najboljih rezultata postignutih u kvizu
- **Instructions.cpp/Help.java** - forma sa uputstvom za korišćenje aplikacije
- **AboutUs.cpp/AboutUs.java** - forma sa informacijama o timu koji je razvio aplikaciju

Forme koje su dodate u aplikaciji za Android OS, a kojih u bada aplikaciji nema su:

- **Finish.java** - forma koja prikazuje rezultate postignutih na kvizu
- **Splash.java** - forma za prikaz početne slike pri startovanju aplikacije

Aplikacija je prvo razvijena za bada OS a kasnije za Android OS. Ako se posmatra iz programerskog ugla, postoje razlike u izradi aplikacije. Jedna od većih razlika je nedostatak "Back" dugmeta u Android verziji, pošto za razliku od bade, Android poseduje svoje hardversko "Back" dugme koje je samostalno i ne zahteva podešavanja. U badi je konstruisano tzv. "Soft Key" dugme, koje služi za vraćanje jedan korak unazad. Takođe, Android sadrži hardversko dugme "Menu", za koje je potrebna minimalna programerska konfiguracija, kako bi imalo određenu namenu. U bada OS-u je potrebno konstruisati ceo meni i podesiti ga programerskim kodom. Objekti koji se koriste u aplikaciji kod bada OS direktno su konstruisani u okviru koda, kao i njihovo pozicioniranje i namena, dok se u Androidu objekti konstruišu u XML Layout-u, u kome se pozicioniraju i definišu objekti u aplikaciji.

Što se tiče tajmera, postoji velika razlika u konstruisanju, kod bada OS-a je potrebno koristiti *interface* za tajmer, a u Androidu je potrebno koristiti objekat "chronometer", koji je potrebno dodatno navesti u XML Layout-u.

Tajmer u bada OS je konstruisan na sledeći način:

```
pTimer = newTimer();
pTimer->Construct(*this);
pTimer->Start(1000);
```

Timer se startuje naredbom Start(1000), gde se kao parametar upisuje vrednost 1000 koja predstavlja trajanje u milisekundama. Nakon isteka 1000 ms, poziva se metoda OnTimerExpired() iz interfejsa ITimerEventListener koji je potreban za implementiranje tajmera u formu. U toj metodi se nalaze dve promenljive (brojači) Sec i Min koji služe za brojanje minuta i sekundi. Svaki put kada tajmer ističe, promenljiva Sec povećava se za vrednost "1".

```
OnTimerExpired(){
    Sec++;
    if(Sec==60)
    {Sec=0;
    Min++;}
    pTimer->Start(1000); }
```

U Android-u OS tajmer je konstruisan na sledeći način:

```
<Chronometer
    android:id="@+id/chTimer"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:textSize="25sp"/>
```

Prvo konstruišemo Chronometer u XML Layout-u Kviz forme. Nakon toga, u kodu se kreira promenljiva tipa Chronometer i dodeljuje ID objekta i startujemo tajmer. Po završetku kviza, stopiramo tajmer i uzimamo mereno vreme.

```
Chronometer Timer = (Chronometer) findViewById
(R.id.chTimer);
Timer.setBase(SystemClock.elapsedRealtime());
Timer.start();
...
Timer.stop();
Time = SystemClock.elapsedRealtime()-
Timer.getBase();
```

VI. ZAKLJUČAK

Aplikacije edukativnog karaktera su tek u ekspanziji u mobilnom svetu, danas telefon više ne služi samo za razgovor i slanje poruka, već dobija sve više na značaju i njihove mogućnosti su iz dana u dan veće. Cilj aplikacije je da najmlađima omogući da na zabavan način uče osnovne matematičke operacije, ali i da im pokaže da telefon ne služi samo za igranje i razgovor, već može da se koristi u svrhe učenja. Aplikacija je razvijena za dve različite mobilne platforme, Android i bada. Nakon prikazanih funkcionalnosti, koje su identične bez obzira na mobilnu platformu, prikazane su i razlike, posmatrano iz programerskog ugla.

ZAHVALNICA

Aplikaciju su realizovali članovi VTŠ Apps Tima u okviru Samsung Apps Laboratorije na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu. Zahvaljujemo se Samsung kancelariji u Beogradu (*Electronics Adriatic, Belgrade Branch*), na sveukupnoj podršci u radu.

LITERATURA

- [1] <http://msdn.microsoft.com/en-us/windowsmobile/bb264318>, Septembar 2012.
- [2] <http://developer.android.com/index.html>, Septembar 2012.
- [3] <http://developer.apple.com/devcenter/ios/index.action>, Septembar 2012.
- [4] <http://www.b.com/whatisbada/>, Septembar 2012.
- [5] B. Morris, M. Bortenschlager, C. Luo, J. Lansdell, M. Sommerville, Introduction to bada. A developers guide, Great Britain, John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [6] <http://developer.bada.com>, Septembar 2012.
- [7] <http://www.android.com/about>, Septembar 2012
- [8] Wei-Meng-Lee, *Beginning Android 4 Application Development 2012*, Indianapolis, John Wiley & Sons Inc., USA, 2012.