



**TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU**

5. Konferencija sa međunarodnim učešćem, FTN Čačak, 30–31. maj 2014.

**TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION**

5<sup>th</sup> International Conference, Faculty of Technical Sciences Čačak, 30–31th May 2014

UDK: 004.383/.384:621.03

Stručni rad

## **LABORATORIJSKA MIKROKONTROLERSKA OKRUŽENJA ZA UČENJE AKVIZICIONIH SISTEMA**

*Dorđe Damnjanović<sup>1</sup>, Radojka Krneta<sup>2</sup>, Aleksandar Peulić<sup>3</sup>*

**Rezime:** Efikasnija primena stečenih teoretskih znanja u inženjerskoj praksi omogućena je većom upotrebom laboratorijskih vežbi koje simuliraju realne procese. Upotrebom realnih uređaja, kao što su mikrokontrolerski sistemi, student može da simulira realno okruženje za akviziciju podataka i upravljanje nekim procesima koji mogu da se odvijaju u realnim situacijama. Ovaj rad predstavlja upotrebu mikrokontrolerskih sistema u laboratorijskom okruženju u obrazovanju inženjera elektrotehnike za sticanje boljih praktičnih znanja u oblasti akvizicionih sistema.

**Ključne reči:** laboratorijske vežbe, mikrokontrolerski sistemi, akvizicioni sistemi, obrazovanje inženjera

## **A MICROCONTROLLER LABORATORY SETUP FOR TEACHING DATA ACQUISITION SYSTEMS**

**Summary:** To provide more efficiency in their future work, laboratory exercises are created for engineers where they can apply their theoretical knowledge into real processes. The usage of real instruments, such as microcontroller systems, can provide real simulations for data acquisition and control in processes which can be performed in real situations. This paper presents the usage of microcontroller systems in laboratory environment for the purpose of better understanding of teoretical knowledge in education of electrical engineers in the field of data acquisition systems.

**Key words:** laboratory exercises, microcontroller systems, data acquisition systems, engineering education

### **1. UVOD**

Učenje teoretskih koncepata kod budućih inženjera elektrotehnike može da bude veoma otežano ako se teorijske osnove ne pokriju nekim realnim eksperimentima ili praksom. Današnja tehnika i dostupnost tehničke laboratorijske opreme u mnogome pomaže pri

<sup>1</sup> Đorđe Damnjanović, M.Sc., asistent, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, e-mail: [djordje.m.damnjanovic@gmail.com](mailto:djordje.m.damnjanovic@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr Radojka Krneta, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, e-mail: [rkrneta@gmail.com](mailto:rkrneta@gmail.com)

<sup>3</sup> Prof. Dr Aleksandar Peulić, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, e-mail: [aleksandar.peulic@gmail.com](mailto:aleksandar.peulic@gmail.com)

kreiranju laboratorijskih vežbi koje mogu uz teorijske osnove da pokriju veliki niz stručnih predmeta i time studentima više prikažu praktične osnove koje im mogu biti od velike pomoći u poslovima kojima se budu bavili nakon završetka studija. Upotreba softverskih paketa i hardverskih komponenti je u velikom broju zastupljena na svim Tehničkim fakultetima. Razne simulacije kroz softverske pakete kao što su Matlab, LabVIEW, SciLab [1], [2] i drugi pružaju verne prikaze realnih procesa koji se mogu odvijati u industrijskim postrojenjima. Takođe, pored ovih paketa, simulacije se mogu obaviti i kroz hardverske komponente koje daju verni prikaz realnih komponenata koje se koriste u istom polju kao i softverski paketi. Simbiozom softvera i hardvera dobijaju se vrlo važni eksperimenti koji studentima oslikavaju i prikazuju realnu sliku svega što je teoretski naučeno.

Mnogi realizovani laboratorijski eksperimenti mogu biti usmereni ka daljinskim eksperimentima koji su u poslednjoj deceniji vrlo interesantni u svim inženjerskim oblastima. Daljinski eksperimenti mogu u mnogome olakšati učenje i realizaciju ispitnih aktivnosti na predmetima studentima koji žive i rade u mestima koja su udaljenija od mesta u kojima im je matični fakultet, a to se specijalno odnosi na Master studente i studente doktorskih studija. Daljinski eksperimenti se u većini slučajeva kontrolišu i obavljaju preko interneta, bez direktnog kontakta sa opremom i softverom.

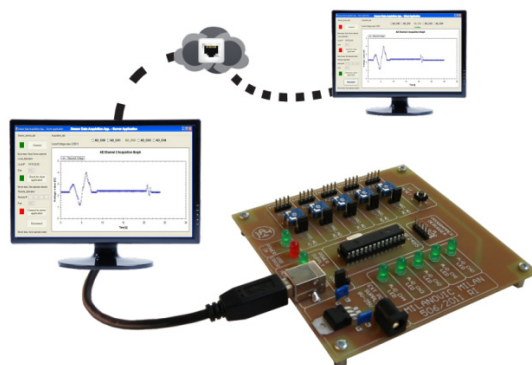
U ovom radu su predstavljena tri eksperimenta koji uključuju mikrokontrolerske sisteme kao učila za akviziciju i obradu podataka. Ovi sistemi u sebi sadrže kontrolere malih snaga pri čemu svaki student da bi obavljao neki određen eksperiment sa njima, mora prvo da se upozna sa osnovama programiranja istih, što je odličan prikaz već pomenute simbioze između softvera i hardvera.

## 2. LABORATORIJSKA MIKROKONTROLERSKA OKRUŽENJA

Akvizicija podataka je proces pomoću koga se fizički fenomeni iz realnog sveta transformišu u električne signale koji se mere i konvertuju u digitalni format za potrebe procesiranja, analize i memorisanja od strane računara. Kod najvećeg broja aplikacija sistem za akviziciju podataka je projektovan ne samo da prikuplja podatke, nego i da preuzima odgovarajuće upravljačke aplikacije [3], [4]. Bilo da se radi o upravljanju ili o prikupljanju podataka iz spoljašnjeg okruženja ili obradi prikupljenih podataka, mikrokontrolerski sistemi su našli svoju ulogu u svakoj od navedenih operacija. Većina ovih akvizicionih sistema se može razviti u laboratorijskim uslovima, a većina je dostupna i na tržištu. U daljem tekstu biće prikazana tri akviziciona sistema koja se upotrebljavaju u laboratorijama na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku.

### 2.1. Sistem za akviziciju podataka

Jedan sistem koji je razvijen za potrebe predmeta *Mikrokontrolerski sistemi i Upravljanje na daljinu* je sistem prikazan na slici 1, koji služi za akviziciju podataka. Sastoji se od kartice za akviziciju i računarske aplikacije. Kartica za akviziciju digitalizuje analogne vrednosti napona pet kanala sa periodom akvizicije od 100 ms. Prikupljeni podaci se prosleđuju računarskoj aplikaciji nakon čega su dostupni za pregled i obradu kako lokalnoj serverskoj tako i udaljenoj klijentskoj aplikaciji [5]. Ova platforma korisniku pruža jasan pregled funkcionisanja mikrokontrolera i prikuplja podatke koje skladišti u *.dat* dokument koji se na jednostavan način kasnije može iskoristiti za dalju obradu ili jednostavno samo prikaz. Kompletan sistem (softver i hardver), realizovan za potrebe već pomenutih predmeta, u mnogome pomaže studentima računarskog inženjerstva u shvatanju koncepata akvizicije podataka.



*Slika 1: Sistem za akviziciju podataka*

## 2.2. Mikrokontrolerski sistem za primenu diskretne Volšove transformacije u obradi signala

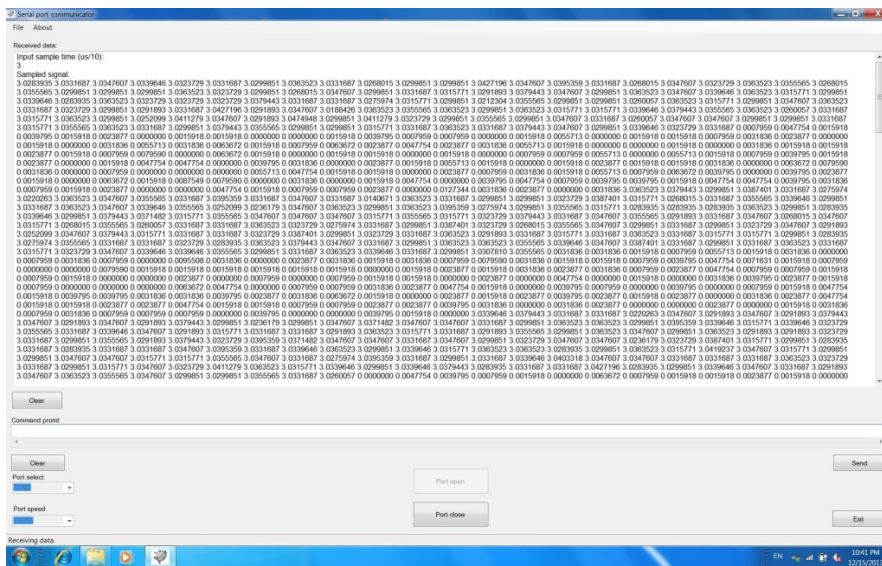
Predmeti kao što su *Digitalna obrada signala* i *Napredne tehnike za obradu signala*, mogu da budu veoma teški za shvatanje ako se kroz plan i program predmeta ne uvrste i laboratorijske vežbe. Matematički formalizmi teorijskih koncepata mogu da stvore veliki jaz u razumevanju istih i sposobnosti studenata da te koncepte primene u praktičnim inženjerskim aplikacijama. Sama teorija obrade signala sadrži dosta matematičkih algoritama i kao takva teška je za razumevanje [6]. Ovaj projekat predstavlja upotrebu mikrokontrolerskog sistema za akviziciju signala koji će dalje u samom kontroleru biti obrađeni putem Volšove transformacije [7] koja je pored Furijeove transformacije [7] veoma zastupljena u teorijskim osnovama obrade signala, specijalno u obradi slike.



*Slika 2: Kompletno mikrokontrolersko okruženje za primenu Volšove transformacije u obradi signala*

Mikrokontrolerski sistem komunicira sa računarom kako bi podaci bili prosleđeni na dalju moguću obradu ili samo snimljeni za prikaz rezultata obrade koja se odigrala u mikrokontrolerskom sistemu. Prikupljanje podataka vrši program napisan u Visual C++

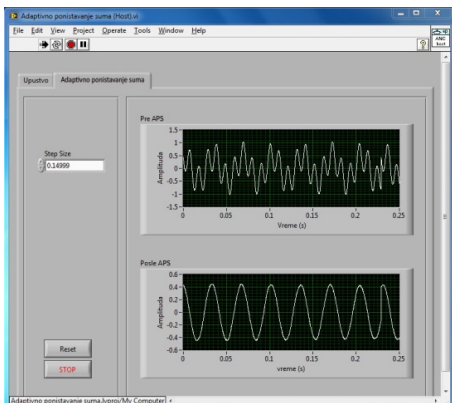
programskom jeziku. Tako snimljeni i obrađeni podaci mogu se grafički prikazati u *Matlab* ili *LabVIEW* softveru, a mogu se i dodatno obrađivati u cilju dobijana određenih rezultata. Izgled kreirane aplikacije za prikupljanje i snimanje podataka je prikazan na slici 3. Ovaj modul je kao i prethodni takođe kreiran na Fakultetu Tehničkih nauka za potrebe laboratorijskih vežbi.



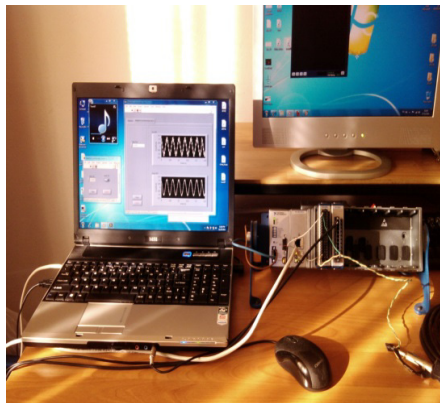
Slika 3: Aplikacija za prikupljanje i snimanje podataka sa mikrokontrolera

### 2.3. Primena National Instruments cRIO platforme u učenju konceptata digitalnih filtera

NI cRIO platforma je platforma koja nije kreirana od strane studenata i profesora, već je gotov proizvod kompanije National Instruments. U sebi sadrži mikrokontroler i kao i prethodne dve može se, uz određenu kombinaciju ulazno izlaznih modula, koristiti za kontrolu sistema, prikupljanje i obradu podataka. Sa ovim hardverskim okruženjem, koji ide u sprezi sa *LabVIEW* programskim paketom, mogu se realizovati razne laboratorijske vežbe. U ovom slučaju je prikazan primer adaptivnog filtriranja koji se uči na predmetu *Napredne tehnike za obradu signala* [8], [9]. Na slici 4 je prikazana aplikacija koja kao host aplikacija prikazuje šta se odvija u samoj platformi i pri tom prikazuje rezultate obrade. Adaptivnim filtriranjem signal sa šumom (prvi grafik) je filtriran i rezultat cele obrade uz dobro odabran korak adaptacije je drugi (donji) grafik gde je prikazan čist signal bez šuma. Na slici 5 prikazan je kompletan sistem u sprezi sa računarom.

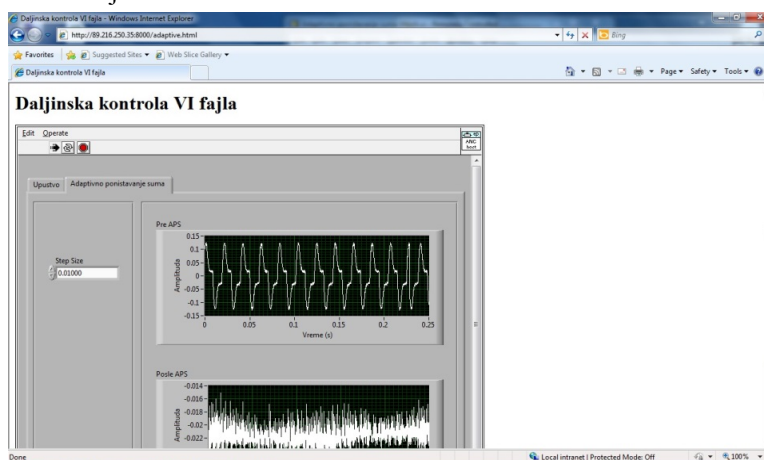


*Slika 4: Prikaz host aplikacije za adaptivno poništavanje šuma*



*Slika 5: Kompletan sistem za adaptivno poništavanje šuma*

U uvodu je pomenuto da ovakvi sistemi mogu biti kreirani tako da se kontrolišu daljinskim putem. LabVIEW programski paket to omogućava pomoću ugrađenih funkcija koje se aktiviraju nakon kreiranja aplikacije [8], [9]. Tako je u ovom slučaju moguće pristupiti host aplikaciji putem interneta, pri čemu student ne mora da dolazi u laboratoriju da bi obavio laboratorijsku vežbu, već od kuće može pristupiti vežbi. Izgled kontrole iz pretraživača je prikazan na sledećoj slici.



*Slika 6: Daljinska kontrola host aplikacije implementirane na cRIO platformu*

### 3. ZAKLJUČAK

Usavršavanje obrazovnih metoda u nastavi za inženjere elektrotehnike omogućava bolje napredovanje studenata u oblastima za koje se školuju. Ova usavršavanja se mogu sagledati kroz mnoge faktore, ali jedan važan faktor predstavljaju laboratorijske vežbe jer direktan kontakt sa hardverom i softverom osposobljava studente da stečene teorijske koncepte lakše savladaju i razumeju, i samim tim budu bolje pripremljeni za budući posao. Pomenute hardverske platforme, jednim delom realizovane na Fakultetu tehničkih nauka, a jednim delom kupljene kao gotovovi proizvodi, pružaju širok spektar upotrebe, ne samo u oblasti mikrokontrolerskih sistema, već i u pomenutim oblastima obrade signala, daljinskog

upravljanja, kontrole procesa i drugo. Realizovane vežbe na ovim i sličnim hardverskim komponentama simuliraju stvarne procese i instrumente, a velika prednost je ta što su povezane sa komercijalnim softverima koji su u upotrebi na elektrotehničkim smerovima. Programiranje ovih mikrokontrolerskih uređaja pomaže studentima da shvate i povežu već stečena znanja iz oblasti programiranja i algoritama što još više daje prednost ovakvom pristupu kreiranja laboratorijskih vežbi.

U ovom radu prikazani su primeri tri laboratorijske vežbe realizovane primenom mikrokontrolerskih uređaja, koje se bazično svode na akviziciju određenih podataka i njihovom obradom i prikazom. Treći eksperiment ima i dodatni nivo, a to je njegova upotreba daljinskim putem. Korisnik ne mora fizički da bude prisutan da bi obavio eksperiment, već od kuće standardnom internet konekcijom može da pristupi eksperimentu. Sva tri pomenuta uređaja mogu se iskoristiti i za niz drugih eksperimenata kako u oblasti mikrokontrolerskih sistema, tako i u drugim oblastima. Dalje usavršavanje ovih i sličnih postojećih platformi omogućilo bi usavršavanje laboratorijskih vežbi kao i samih laboratorija.

#### 4. LITERATURA

- [1] Đ. Damnjanović, R. Krneta, N. Stanković, Vizuelizacija teorije digitalne obrade signala upotrebom Matlab-a, 6. Sipmोजijum sa međunarodnim učešćem „Tehnologija i informatika u obrazovanju za društvo učenja i znanja- TIO 2011”, Zbornik radova, ISBN: 978-86-7776-127-1, str. 642 – 646, ČAČAK, 3-5. juna 2011.
- [2] Shuhui Li and Abrar A. Khan, Developing Digital Measurement and Analysis Laboratory in Circuits and Electronics Lab at TAMUK, Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition
- [3] A. Peulić, Ž. Čučej, Daljinsko upravljanje i komunikacije, Istraživačko razvojni centar za bioinženjering BioIRC, Kragujevac-Maribor, 2011.
- [4] H. S. Yusuf, A. R. Khan, S. H. Behere, AVR Microcontroller Based Data Acquisition System for Laboratory Experiments, Advances in Applied Science Research, Pelagia Research Library, 2012
- [5] M. Milanović, *Sistem za akviziciju podataka na daljinu*, Diplomski rad, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, 2012.
- [6] Đ. Damnjanović, R. Krneta, LabViEW bazirano laboratorijsko okruženje za učenje koncepata filtriranja, 18. TELEKOMUNIKACIONI FORUM TELFOR 2010, CD Zbornik radova, str. 650 - 653, ISBN 978-86-7466-392-9, 23 -25. Novembar 2010., Beograd
- [7] M. G. Karpovsky, R. S. Stanković, J. T. Astola, Spectral Logic and Its Applications for Design of Digital Devices, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc.
- [8] R. Krneta, M. Brković, Dj. Damnjanović, M. Milošević, D. Milošević, Integration of remote DSP experiments into moodle learning environment, The Fourth International Conference on e-Learning (eLearning-2013), pp. 60 – 64 , 26-27 September 2013, Belgrade, Serbia.
- [9] R. Krneta, Dj. Damnjanovic, M. Milosevic, M. Brkovic, D. Milosevic, The remote DSP experiment integrated with Moodle online learning environment, 2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Demo paper, pp. 391-392, Polytechnic of Porto (ISEP) in Porto, 26-28 February 2014, Portugal