

UDALJENI LABORATORIJ

REMOTE LABORATORY

Predrag Valožić

Tehničko veleučilište u Zagrebu, profesor u mirovini

SAŽETAK

Opisani su realizacija i primjer primjene daljinskog laboratorijskog rada. Definirana je struktura klijent – server distribuiranog radnog mjesta studenta. Provjerena je funkcionalnost po svim elementima rada u laboratoriju: od aktiviranja aplikacija, pristupa on-line resursima, editiranja i kompajliranja izvornog koda te prenošenja izvršnog programskog koda na mikroračunarsku DSP platformu do provjere rada digitalnog sustava i uređivanja izvještaja. Zaključak je, kako su glavni parametri kvalitete rada u udaljenom laboratoriju jednaki onima u klasičnim laboratorijskim vježbama: trajanju, realiziranim zadaćama i ishodima učenja. Kompetencijama je dodana i nova – iskustvo rada na daljinu.

Ključne riječi: *Rad na daljinu, DSP, distribuirani laboratorij, udaljeni laboratorij*

ABSTRACT

The realization and example of the application of remote laboratory work are described. The client – server structure of the student distributed workplace is defined. Functionality was tested for all elements of lab work: from activating applications, accessing online resources, editing and compiling source code, and transferring executable program code to a microcomputer DSP platform, to checking the operation of the digital system and editing reports. The conclusion is that the main parameters of the quality of work in a remote laboratory are the same as those in classical laboratory exercises: duration, completed tasks and learning outcomes. A new experience was also added to the competencies - telework experience.

Keywords: *Teleworking, DSP, Distributed Laboratory, Remote Laboratory*

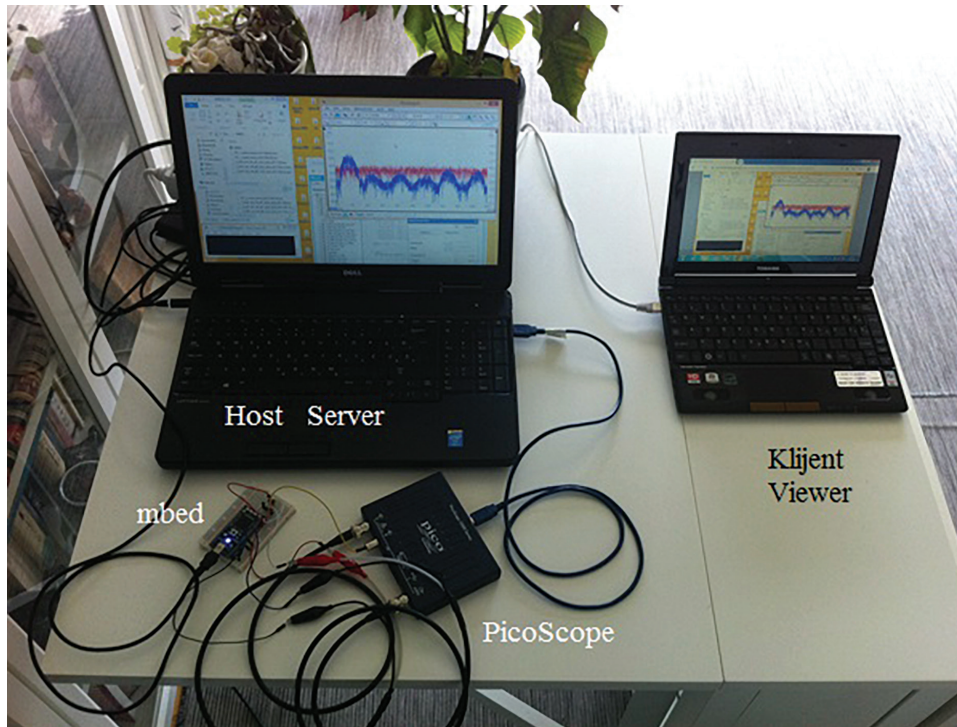
1. UVOD

1. INTRODUCTION

Koronavirus je učinio da virtualno postane realno. I obratno, nažalost. Dominantna je on-line nastava svih razina, od vrtića do fakulteta. Jednako je i na TVZ-u. Preostao je problem laboratorijskih vježbi.

Ovaj rad opis je započetog razvoja laboratorijskih vježbi na daljinu tijekom prvog tjedna obustave nastave (Odluka MZO od 13.3.2020.). Projekt nije dovršen niti vježbe realizirane zbog potresa u Zagrebu 22.3.2020. Izgledno je kako će i kad se obnovi, visokoškolska nastava biti različita od prethodne, sada bi mogli reći: Pred-koronaviruske. Vjerojatno će sve što je moguće biti realizirano on-line, od upisa, administracije, nastave, ispita do završetka studija i promocije. Zato je nastavljeno s projektom DSP Udaljenog laboratorija (DSP-RL) ali ne u stvarnom laboratoriju 1202 TVZ-a već doma, na stolu dnevnog boravka.

Realizirani projekt DSP-RL povezuje zahtjeve epidemiologa za fizičkom udaljenošću subjekata nastave: studenti doma, nastavnik u laboratoriju. Nastavne grupe su jednake kao i ranije, broj radnih mjesta također jednak, kao i trajanje i sadržaj vježbi kolegija Digitalni signal procesori (DSP). Ciljevi i ishodi učenja kolegija prošireni su iskustvom kompleksnoga rada na daljinu, što je zasigurno očekivana i dobrodošla kompetencija koronaviruskog i post-koronaviruskog razdoblja. Ne u nekoj budućnosti već sada. Odmah. [1]



Slika 1 Model DSP RL radnog mjesta

Figure 1 DSP RL Workplace Model

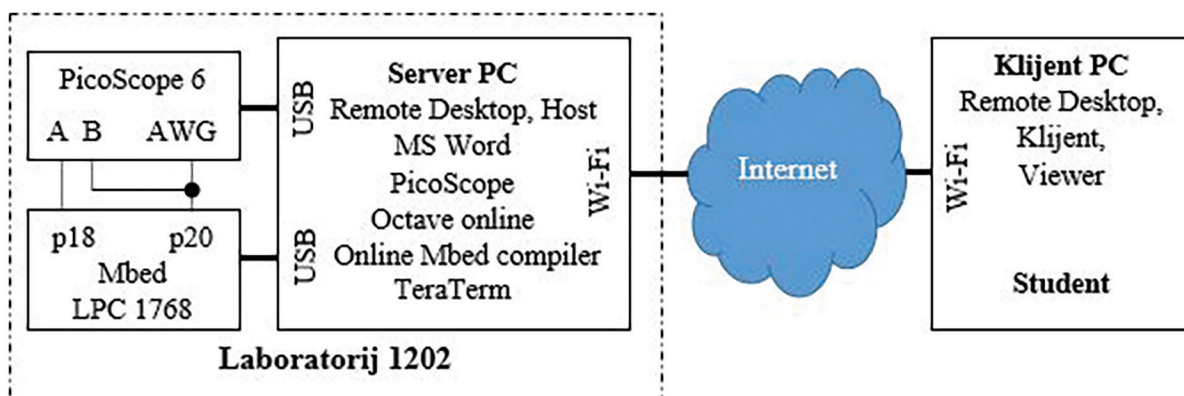
2. SASTAVNICE LABORATORIJSKOG RADNOG MJESTA

2. THE COMPONENTS OF THE LABORATORY WORKPLACE

Radno mjesto (Slika 1 i Slika 2) podijeljeno je i fizički se nalazi na dvije lokacije. Laboratorijski dio nalazi će se u TVZ laboratoriju 1202. Kod studenta je studentski dio radnog mjesta. Studentski dio je promjenljiv i ovisi o studentu koji u dodijeljenom vremenu pristupa laboratoriju. Set u laboratoriju sastoji se od PC računala – hosta/servera, digitalnog osciloskopa i generatora PicoScope 6 te mbed LPC1768 razvojne pločice.

Studentu je na raspolaganju vlastito PC računalo – klijent.

Programski dio također je raspodijeljen: Na host računalo mora biti PicoScope aplikacija i emulator terminala (TeraTerm). Na oba računala uz MS Windows operacijski sustav treba biti istovrsna aplikacija za rad na daljinu. Uređivanje i kompajliranje koda za mbed mikrokontroler je korištenjem on-line mbed kompajlera kojemu se pristupa sa studentskog ili host računala. Jednako je i s Octave Online matematičkim alatom koji je korišten za dizajn digitalnog filtra – primjera projekta radionice kolegija DSP.



Slika 2 Model DSP RL radnog mjesta

Figure 2 DSP RL Workplace Model

MS Word dokument – predložak za projekt te pomoćni alati za njegovo uređivanje (Snipping Tool, MS Excel i MS Paint), mogu biti ili na host računalu ili na studentovom računalu. U opisanom projektu studentsko računalo je mali, 13“ notebook bez MS Office paketa, pa je korišteno samo za daljinski pristup hostu na kojemu je bila sva preostala programska oprema.

2.1. UDALJENA RADNA POVRŠINA

2.1. REMOTE DESKTOP

Softver za udaljenu radnu površinu (*Remote Desktop*) omogućuje brz i jednostavan pristup jednom računalu s drugog, bilo putem lokalne mreže ili putem interneta.

Neke od poznatijih aplikacija su:

- a. Zoho Assist
- b. Connectwise Control
- c. RemotePC
- d. TeamViewer
- e. **Remote Utilities for Windows**
- f. LogMeIn Pro
- g. **Chrome Remote Desktop**
- h. Remote Desktop Manager.

Za DSP-RL projekt odabran je *Chrome Remote Desktop* jer je besplatan, jednostavan za instalaciju i korištenje te jer je na oba računala već instaliran Chrome preglednik.

2.1.1. REMOTE UTILITIES FOR WINDOWS

2.1.1. REMOTE UTILITIES FOR WINDOWS

Besplatna verzija omogućuje povezivanje do 10 računala. Remote Utilities [2] dolazi u dva dijela; softver Host se instalira na računalu koje se želi kontrolirati i softver Viewer za računalo kojim se kontrolira udaljeno računalo. Softver Viewer može se pokrenuti i bez instaliranja. Postoje iOS i Android verzija aplikacije za mobilne uređaje. Manjkavost je to što Host dio radi samo na Windows osobnim računalima.

2.1.2. CHROME REMOTE DESKTOP

2.1.2 CHROME REMOTE DESKTOP

Besplatan i jednostavan način upravljanja udaljenim računalima putem Chrome preglednika [3]. Instalacija kao proširenje Chrome-a je brza. Korisnicima je omogućeno definirati PIN kao mjeru zaštite od neovlaštenog pristupa.

Postavljanje udaljenog pristupa računalu:

1. Na računalu otvoriti Chrome preglednik.
2. U adresnu traku upisati Remotedesktop.google.com/access.
3. U odjeljku "Postavljanje udaljenog pristupa" kliknuti stranicu za preuzimanje.
4. Slijediti upute za preuzimanje i instalaciju Chrome Remote Desktop aplikacije.
5. Po potrebi upisati lozinku računala za Chrome Remote Desktop pristup.
6. Možda će trebati promijeniti sigurnosne postavke računala.

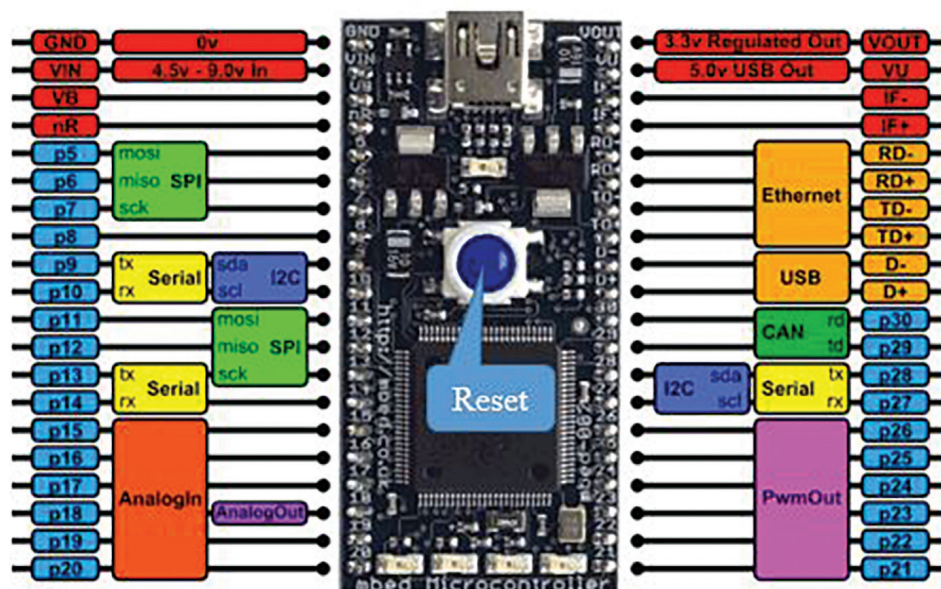
Daljinski pristup računalu:

1. Na računalu otvoriti Chrome preglednik.
2. Na adresnoj traci pri vrhu upisati Remotedesktop.google.com/access pa Enter.
3. Kliknuti Pristup za odabir željenog računala.
4. Upisati PIN drugog računala.
5. Odabrati strelicu za povezivanje.
6. Sigurnost: Sve sesije na udaljenoj radnoj površini su kriptirane.
7. Po završetku rada zatvoriti karticu kako bi se zaustavila sesija.
8. Prekinuti vezu.

2.1.3. SIGURNOST DALJINSKOG PRISTUPA RAČUNALU

2.1.3. SECURE REMOTE ACCESS TO THE COMPUTER

Opisani DSP-RL projekt sadrži jedno radno mjesto pa su uspostava i sigurnost udaljenog pristupa jednostavni.



Slika 3 Mbed razvojna ploča i oznake priključaka

Figure 3 Mbed development board and terminal designations

Za desetak radnih mjesta u laboratoriju 1202 i više desetaka studenata koji bi izmjenično koristili udaljeni pristup potrebna je profesionalna administracija računalne mreže a što je u domeni Centra informatičke potpore (CIP). Planiranje, organizacija i administriranje izvedbe nastave je na nastavniku, nositelju kolegija DSP.

Osnovni, opći sigurnosni savjeti [4] za primjenu i korištenje udaljene radne površine:

- Koristiti snažnije lozinke.
- Upotrijebiti dvo-faktorsku provjeru autentičnosti.
- Redovito ažurirati softver.
- Ograničiti pristup primjenom vatrozida.
- Omogućiti provjeru autentičnosti na mrežnoj razini.
- Ograničiti broj korisnika koji se mogu prijaviti pomoću udaljene radne površine.
- Blokirati adrese s kojih se više puta neuspješno prijavljuje.
- Ne dozvoliti izravan RDP pristup klijentima ili poslužiteljima koji su izvan vlastite mreže.
- Pristup posredstvom RDP Gateway servera.
- Promijeniti ulazni port servera.
- Primjena VPN-a na računala u laboratoriju.
- Jednosmjerni pristup: Host je laboratorijsko računalo, Viewer je računalo studenta.
- PIN za pristup host računalu.

2.2. MBED LPC1768 PLOČA I ONLINE COMPILER

2.2. MBED LPC 11768 BORD AND ONLINE COMPILER

U opisanom DSP-RL projektu korištena je mbed LPC1768 razvojna ploča (Slika 3) koja je pogodna za brzu izradu prototipa mikrokontrolerskih sustava. Procesor je ARM® Cortex M3, komunikacija Ethernet ili USB a operacijski sustav je mbed OS. Mbed OS je open-source operacijski sustav za platforme s ARM mikrokontrolerima. Pogodan je za uređaje tipa Internet of Things (IoT).

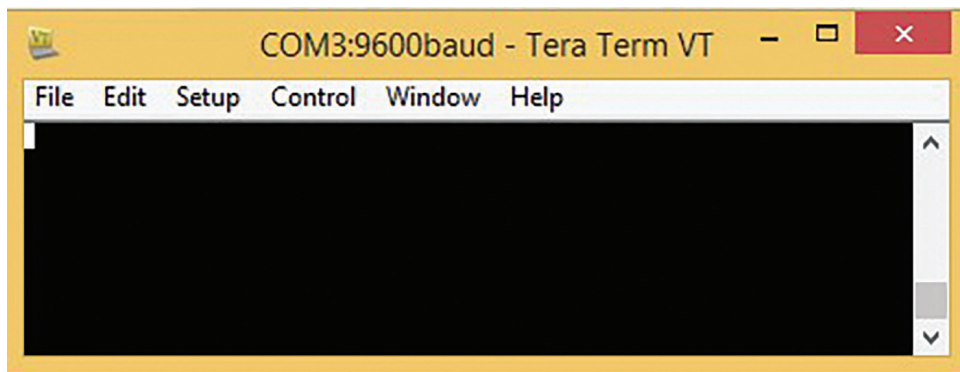
Mbed OS pruža sloj apstrakcije, tako da se programeri mogu usredotočiti na pisanje aplikacija C / C ++ programskim jezikom.

Mbed NXP LPC1768 je 32-bitni mikrokontroler s ARM Cortex-M3 jezgrom koja radi na 96MHz. Sadrži 512KB FLASH memorije, 32KB RAM-a i više sučelja. Ugrađena su Ethernet, USB, CAN, SPI, I²C, 6xADC, 1xDAC i PWM I / O sučelja. Svi numerirani (plavi) pinovi (p5-p30) na Slika 3 mogu se koristiti i kao DigitalIn i kao DigitalOut sučelja.

2.3. TERA TERM

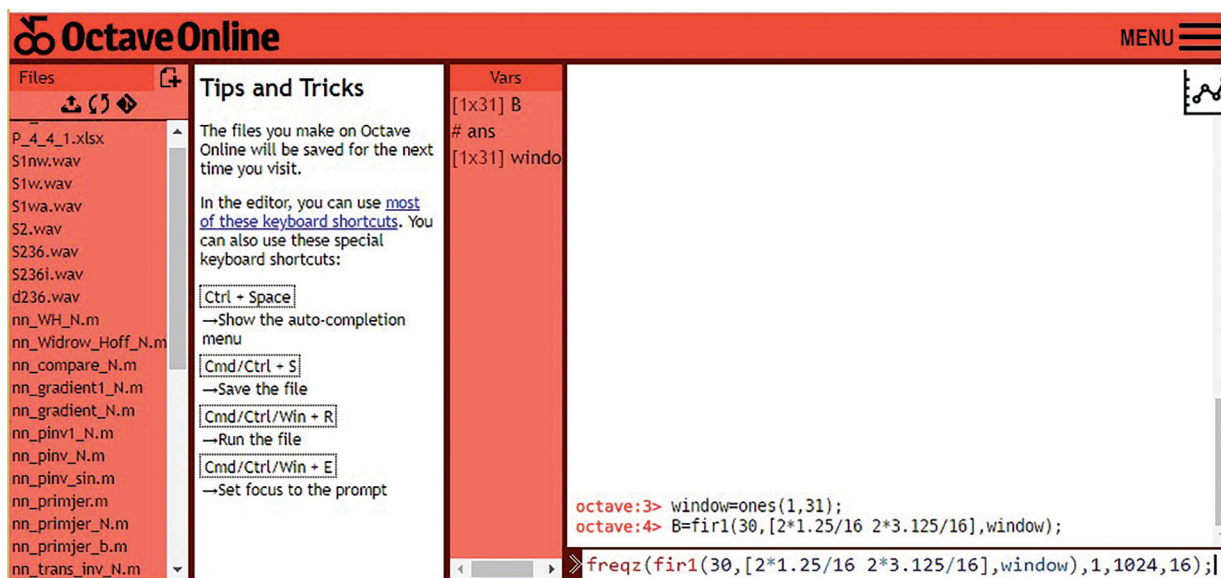
2.3. TERA TERM

Tera Term [5] jedan je od popularnijih programa Windows terminala.



Slika 4 Početni prikaz prozora TeraTerm terminal emulatora

Figure 4 Initial view of the TeraTerm terminal emulator window



Slika 5 Octave Online radni prostor

Figure 5 Octave Online Workspace

Tera Term (ili TeraTerm) je open-source, besplatan emulator terminala. Emulira različite vrste računalnih terminala. Korištena je emulacija DEC VT100. Podržava Telnet, SSH 1 i 2 i serijske priključke. Sadrži i ugrađeni jezik skripta te nekoliko drugih korisnih dodataka.

U opisanom primjeru zadatka projekta *DSP Udaljenog laboratorija* TeraTerm je korišten samo za resetiranje mbed platforme i pokretanje novog programa: Alt-B u TeraTerm prozoru, a što je ekvivalentno pritiskanju reset tipke (Slika 3) na mbed pločici.

2.4. OCTAVE ONLINE

2.4. OCTAVE ONLINE

Octave Online [6] je web sučelje za GNU Octave, alternativa MATLAB-u s otvorenim kodom.

Za tisuće učenika, nastavnika i istraživača iz cijelog svijeta Octave Online je pogodan alat za proučavanje strojnog učenja, upravljačkih sustava, numeričkih metoda i još puno toga.

GNU [7] je kratica za "GNU nije Unix!". GNU je operativni sustav i velika zbirka računalnog softvera. Dizajn GNU sličan je Unix-u, ali se razlikuje od Unixa po tome što je slobodan, besplatan softver i ne sadrži Unix kôd. GNU projekt uključuje jezgro operacijskog sustava, GNU Hurd, koji je bio izvorni cilj Fondacije za slobodni softver (FSF *Free Software Foundation*).

GNU Octave [8] je softver koji sadrži programski jezik visoke razine, prvenstveno namijenjen numeričkim izračunavanjima. Octave pomaže u numeričkom rješavanju linearnih i nelinearnih problema, kao i za izvođenje drugih numeričkih eksperimenata koristeći jezik koji je uglavnom kompatibilan s MATLAB-om. Besplatan je softver pod uvjetima GNU General Public License (GPL).



Slika 6 PicoScope 6 digitalni dvokanalni osciloskop i AWG generator

Figure 6 PicoScope 6 two channel digital oscilloscope and AWG generator

Octave je jedna od glavnih besplatnih alternativa MATLAB-u. Druge su Scilab i FreeMat. Scilab je manje sintaktički kompatibilan s MATLAB-om a FreeMat nije imao ažuriranje od lipnja 2013.

U opisanom primjeru zadatka projekta *DSP Udaljenog laboratorija* Octave Online je korišten za dizajn FIR BP digitalnog filtra.

2.5. PICOSCOPE 6

2.5. PICOSCOPE 6

PicoScope 2000 Series (Slika 6) [9] mogli bi nazvati univerzalnim digitalnim USB instrumentom. Moguće ga je koristiti kao digitalni osciloskop (ulazi A i B na Slika 6), analizator spektra, generator raznovrsnih signala (izlaz AWG na Slika 6), dekodirer protokola te 16-kanalni logički analizator.

3. PRIMJENA

3. APPLICATION

Funkcionalnost DSP udaljenog laboratorija testirana je na primjeru dizajna digitalnog filtra pojasnog propusta (BP) s konačnim impulsnim odzivom (FIR), 30. reda. Granične frekvencije su $f_L=1,25$ kHz i $f_H=3,125$ kHz a frekvencija sempliranja 16 kHz. Funkcija otvora (window) je pravokutna.

Za filtriranje FIR digitalnim filtrom trebamo koeficijente **B** nerekurzivnog dijela formule za izračun izlaznih vrijednosti.

Koeficijente **B** izračunavamo primjenom Octave online:

```
octave:2> window=ones(1,31); % Funkcija otvora
```

```
octave:3> fL=1.25; % Donja granična frekvencija
```

```
octave:4> fH=3.125; % Gornja granična frekvencija
```

```
octave:5> B=fir1(30,[2*fL/16 2*fH/16],window); % Izračun koeficijenata
```

Provjera frekvencijske karakteristike dizajniranog filtra.

```
octave:6> freqz(B,1,1024,16);
```

Izračunati koeficijenti **B** prikazu se u radnom prostoru Octave. Slijedi copy-and-paste u varijablu **b[31]** koeficijenata mbed koda programa **RD_BP** za FIR digitalni filter.

```
octave:8> B=rot90(B)
```

B =

-0.0311383

-0.0379185

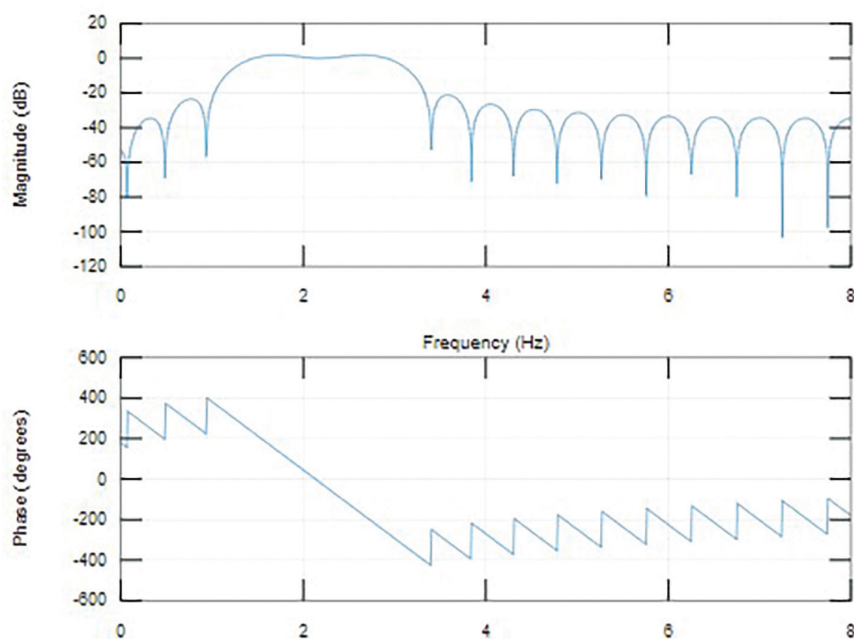
-0.0070977

0.0371535

0.0504030

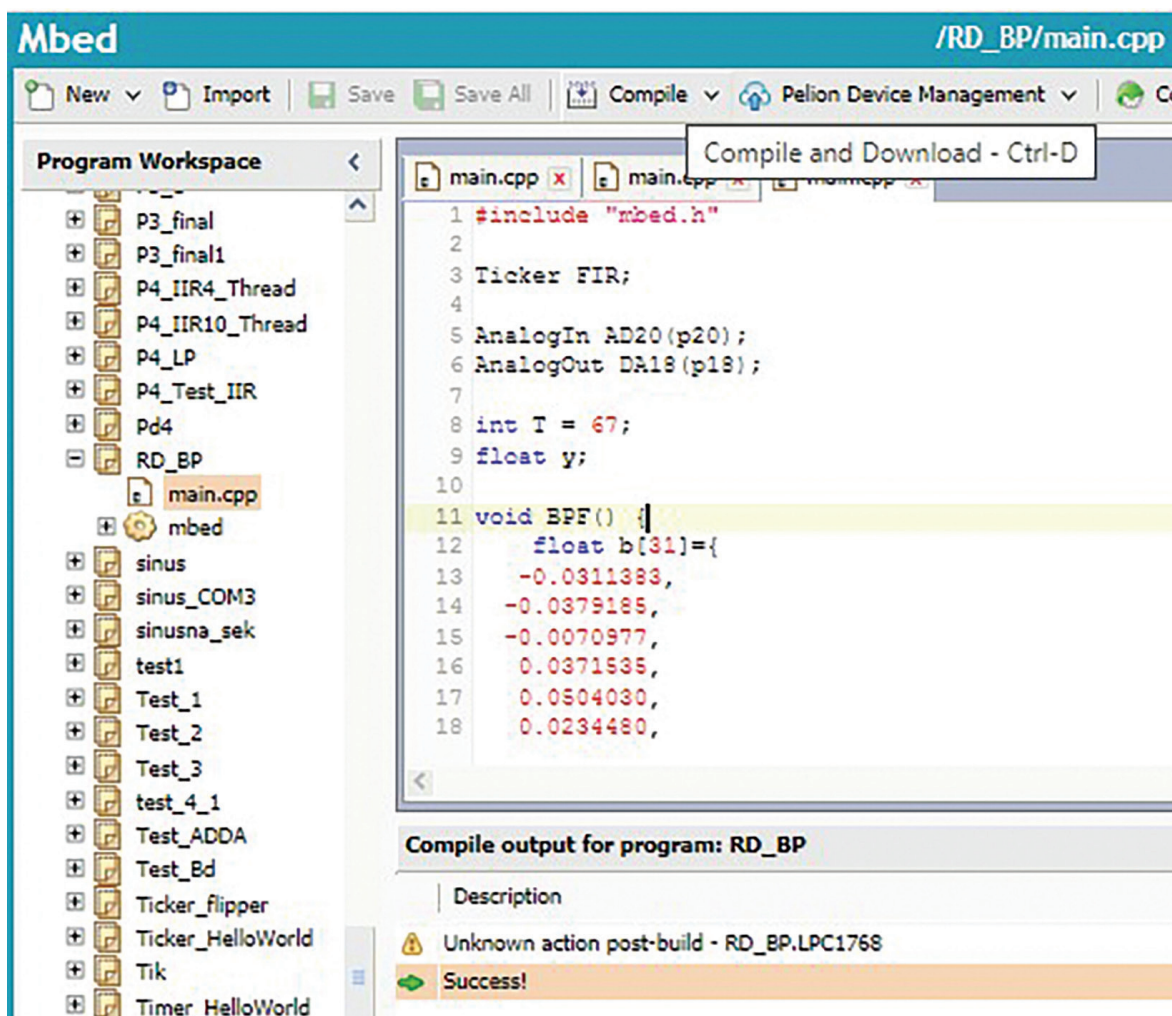
0.0234480...

Nakon svake vrijednosti koeficijenta dopiše se zarez.



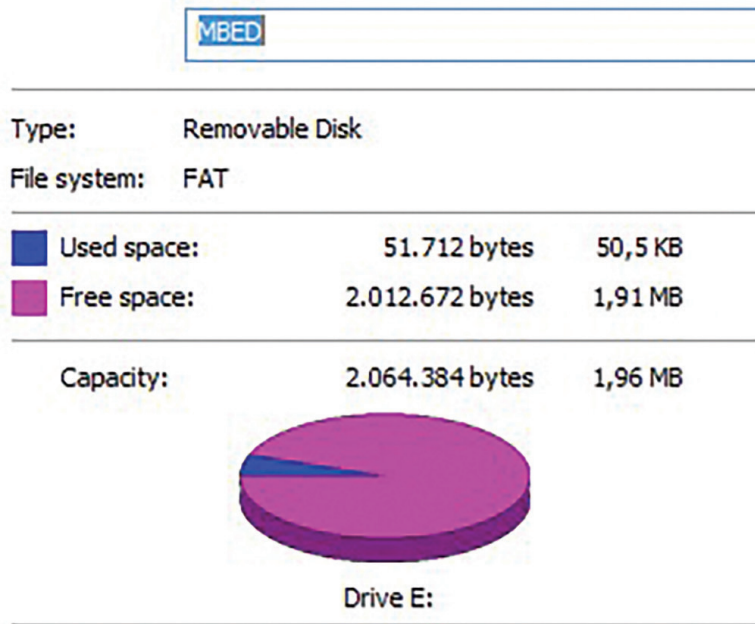
Slika 7 Amplitudna i fazna karakteristika FIR BP digitalnog filtra 30. reda

Figure 7 Amplitude and phase characteristic of FIR BP digital filter of the order 30



Slika 8 Radni prostor Mbed online kompajlera s programom RD_BP

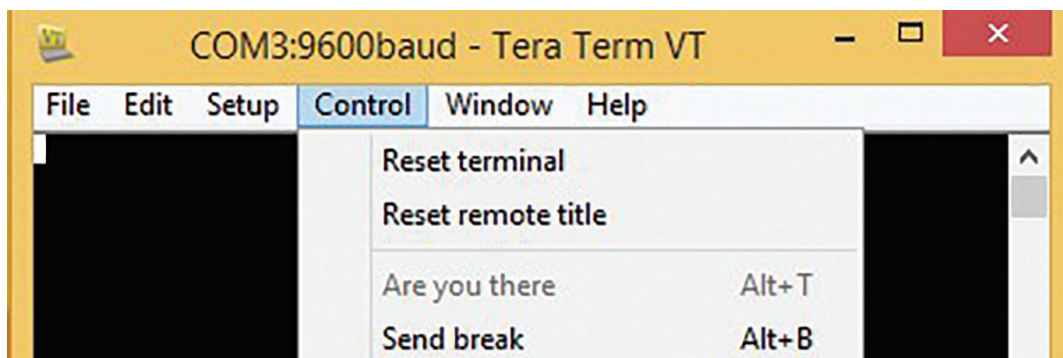
Figure 8 Mbed online compiler workspace with RD_BP code



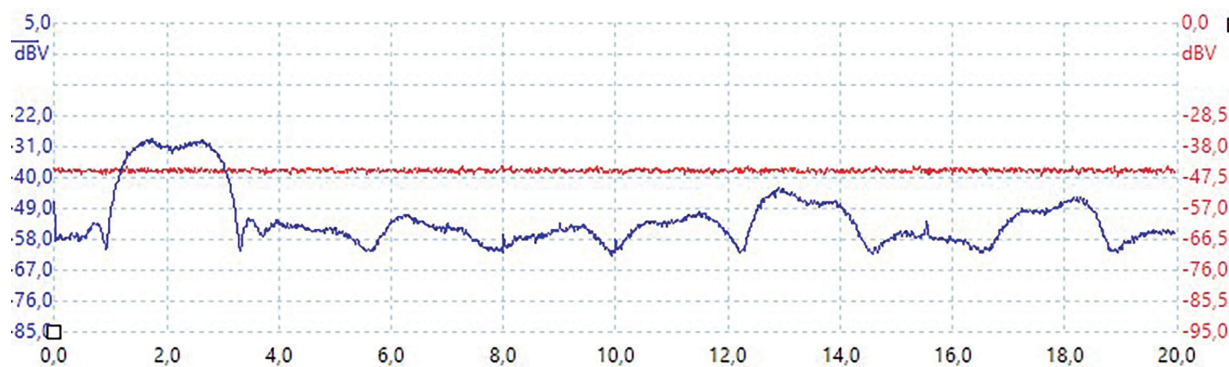
Slika 9 Flash memorija mbed-a prikazana kao disk E na Host PC-u
 Figure 9 Flash memory of mbed shown as disk E on Host PC

Name	Date modified	Type	Size
A long time ago (1)			
MBED	1.1.2008. 11:00	Chrome HTML Document	1 KB
Last week (2)			
RD_BP.LPC1768.bin	3.5.2020. 20:54	BIN File	25 KB
RD_BP.LPC1768 (1).bin	3.5.2020. 21:04	BIN File	25 KB

Slika 10 Izvršni kod RD_BP u flash memoriji mbed-a
 Figure 10 RD_BP executable code in mbed flash memory



Slika 11 Resetiranje mbed-a s Alt+B u TeraTerm-u
 Figure 11 Reset mbed with Alt + B over TeraTerm



Slika 12 Spektri amplituda ulaznog (crveno) i filtriranog (plavo) signala

Figure 12 Amplitude spectra of the input (red) and filtered (blue) signals

Kompajlira se kod RD_BP pa iz download direktorija prebaci u MBED direktorij (Slika 10) kako je na Host računalu prikazana flash programska memorija mbed-a (Slika 9).

Najnoviji upisani izvršni kod aktivira se pritiskom na Reset tipku mbed pločice (lokalno, Slika 3) ili upisom Alt+B u prozor TeraTerm terminal emulatora (Slika 11).

U DSP-RL projektu, PicoScope-om je testirana funkcionalnost FIR BP digitalnog filtra realiziranog na mbed LPC 1768 platformi. Ulazni signal filtra je bijeli šum kojega generira PicoScope na AWG izlazu i prikazan je crvenim grafom spektra amplituda na Slika 12. Spektar izlaznog, filtriranog signal prikazan je plavim grafom. Evidentna je promjena spektra koji od ravnomjerne poprima pojasno – ograničenu (BP) formu u željenom pojasu od 1,25 kHz do 3,125 kHz.

4. ZAKLJUČAK

Realiziranim primjerom dizajna i verifikacije rada digitalnog filtra prikazana je funkcionalnost laboratorijskog radnog mjesta kojem se pristupa daljinski, komunikacijom po Internetu. Trajanje rada studenta na vlastitom projektu – vježbi nije dulje od klasičnog rada u laboratoriju. Nastavnik je u mogućnosti kontinuirano pratiti i vrednovati rad svakog studenta te intervenirati po potrebi komunikacijom po Zoom, Skype, Viber ili sličnoj komunikaciji.

Student može zatražiti intervenciju nastavnika daljinskim aktiviranjem zvučnog signala na host računalu ili jednostavno – glasom. Uređivanjem predložka projekta student generira MS Word dokument – završni izvještaj o realiziranom projektu.

Student može uploadati ili downloadati izvještaj ovisno na kojem se računalu (host ili klijent) uređuje dokument a nastavnik može kasnije pogledati i ocijeniti.

4. CONCLUSION

A realized example of the design and verification of the operation of a digital filter demonstrates the functionality of a laboratory workplace that can be accessed remotely via Internet communication. Duration of work on the student's own project - exercise is not more than a classic work in the laboratory. The teacher is able to continuously monitor and evaluate the work of each student and to intervene as needed by Zoom, Skype, Viber or similar communication. A student can request teacher's intervention by remotely activating an audio signal on a host computer or simply by voice. By editing the project template, the student generates an MS Word document - the final report on the completed project. The student can upload or download the report depending on which computer (host or client) document was edited, and the teacher can later view and evaluate that report.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1.] Joanna Stern: Living the Coronavirus Work-From-Home Life?, May 1, 2020 The Wall Street Journal, <https://www.wsj.com/articles/living-the-coronavirus-work-from-home-life-here-are-all-the-tech-tips-you-need-11585059841> pristup 5.5.2020.
- [2.] Remote Utilities for Windows <https://www.remoteutilities.com/> pristup 5.5.2020.
- [3.] Chrome Remote Desktop <https://remotedesktop.google.com> pristup 5.5.2020.
- [4.] <https://security.berkeley.edu/education-awareness/best-practices-how-tos/system-application-security/securing-remote-desktop-rdp> pristup 5.5.2020.
- [5.] TeraTerm <https://osdn.net/projects/ttssh2/releases/> i <https://tera-term.en.lo4d.com/windows> pristupi 5.5.2020.
- [6.] Octave Online <https://octave-online.net/> pristup 5.5.2020.
- [7.] GNU <https://en.wikipedia.org/wiki/GNU> pristup 5.5.2020.
- [8.] Octave https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Octave pristup 5.5.2020.
- [9.] PicoScope <https://www.picotech.com/oscilloscope/2000/picoscope-2000-overview> pristup 5.5.2020.

AUTOR · AUTHOR

• Predrag Valožić

Na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu (ranije Višoj tehničkoj školi Zagreb) uposlen je od 1996. do 2017. godine. Doktorirao je 1988. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Za disertaciju: "Usmjereni komunikacijski sistem sa stohastičkim nosiocem" nagrađen je Srebrnom plaketom Josip Lončar. Koncem 2010. g. izabran je u zvanje profesora visoke škole – trajno zvanje. Postavio je desetak kolegija iz oblasti komunikacijskih i računalnih tehnologija. Predmet znanstvenog i stručnog istraživanja pronalazi u prostoru koegzistencije telekomunikacijskih sustava i tehnologija te visokoškolske edukacija i Bolonjskog procesa, a u uvjetima realnog prirodnog, ekonomskog i socijalnog okoliša. U mandatu Uprave TVZ-a od 1.10.2010. do 31.9.2014.g. obavljao je dužnost prodekana za nastavu i studente. Od 1.10.2014.g. uz redovite nastavne djelatnosti, bio je voditelj Ureda za kvalitetu TVZ-a. U mirovini je od 1.10.2017. godine.

Korespondencija · Correspondence

pvalozic@tvz.hr
pvalozic@gmail.com