

TEHNOLOGIJA, INFORMATIKA I OBRAZOVANJE  
ZA DRUŠTVO UČENJA I ZNANJA

6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3–5. jun 2011.

TECHNOLOGY, INFORMATICS AND EDUCATION  
FOR LEARNING AND KNOWLEDGE SOCIETY

6<sup>th</sup> International Symposium, Technical Faculty Čačak, 3–5th June 2011.

UDK: 621.317:004.42LabVIEW

Stručni rad

## PRIMENA VIRTUELNE INSTRUMENTACIJE U REALIZACIJI LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ OBLASTI ELEKTRIČNIH MERENJA

Ivan Garović<sup>1</sup>, Branko Koprivica<sup>2</sup>, Alenka Milovanovic<sup>3</sup>

**Rezime:** U ovom radu prikazana je primena virtuelne instrumentacije i softverskog paketa LabVIEW za realizaciju dve jednostavne laboratorijske vežbe: merenje električne otpornosti primenom metoda poređenja struja ili napona i merenje električne otpornosti primenom metoda ampermetra i voltmetra (UI metoda). Formirani virtuelni instrumenti su detaljno opisani, a posebno je prikazano dobijanje konačnog izveštaja samih merenja, koji sadrži osnovne podatke o studentu i samoj laboratorijskoj vežbi, kao i dobijene rezultate merenja sa svim potrebnim daljim proračunom.

**Ključne reči:** laboratorijska vežba, električna merenja, virtuelna instrumentacija, LabVIEW.

## REALIZATION OF LABORATORY EXERCISES IN AREA OF ELECTRICAL MEASUREMENTS BY APPLYING VIRTUAL INSTRUMENTATION

**Summary:** In this paper the applicaton of virtual instrumentation based on LabVIEW software for realization of two simple laboratory exercizes for measuring electric resistance has been presented. Two methods, comparison of currents or voltages method and ampermeter and voltmeter method, for these measurements have been used. Detailed description of the formed virtual instruments has been given. Specially, making of the final report of measurements which contains basic data about a student and laboratory exercise and obtained results of measurement with all futher calculation has been given.

**Key words:** Laboratory exercise, electrical measurements, virtual instrumentation, LabVIEW.

---

<sup>1</sup> Ivan Garović, dipl. ing. el., Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak,

E-mail: [garovic.ivan@hotmail.rs](mailto:garovic.ivan@hotmail.rs)

<sup>2</sup> Mr Branko Koprivica, asistent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak,

E-mail: [koprivica@tfc.kg.ac.rs](mailto:koprivica@tfc.kg.ac.rs)

<sup>3</sup> Dr Alenka Milovanović, docent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak,

E-mail: [alenka@tfc.kg.ac.rs](mailto:alenka@tfc.kg.ac.rs)

## 1. UVOD

Spoj teorijskog znanja i njegove primene u praksi je od velikog značaja za studente elektrotehnike. Za njihovo povezivanje neophodno je da student što više vremena provede u radu u laboratoriji. Ovog vremena nema mnogo, pa je izuzetno važno pravilno ga iskoristiti. Stoga mu je potrebna kvalitetna i dobro osmišljena laboratorijska vežba kroz koju je moguće rešiti više teorijskih i praktičnih problema. Pri ovome, veoma je bitno da informacije koje student dobije kroz rad u laboratoriji za njega budu takve da ih on lako pamti i povezuje sa ostalim sadržajem predmeta. Osim toga, veoma je bitno da student još u laboratoriji shvati i razume ono što je urađeno. Laboratorija ne sme biti mesto koje će zbuniti studenta.

U skorije vreme, razvoj računara i akvizicionih kartica omogućio je osmišljavanje kvalitetnijih laboratorijskih vežbi u kojima se većina vremena posvećuje objašnjavanju procesa merenja i dobijenih rezultata, a štedi se vreme na obradi i prikazu rezultata koje vrši sam računar, a ne student. Na ovaj način student lakše može pratiti promene koje se događaju pri merenju, jer čim se nešto promeni u mernoj aparaturi i promena rezultata je odmah vidljiva.

Cilj ovog rada je da se kroz dva jednostavna primera pokaže kako se može osmisliti kvalitetna laboratorijska vežba kroz koju će se studenti brzo i lako upoznati sa klasičnim i savremenim metodama merenja, uočiti prednosti i mane istih, što će im biti od značajne koristi u daljim primenama u praksi. Takođe, ovako osmišljenim vežbama studenti će se dodatno zainteresovati za materiju koja se razmatra.

## 2. POJAM VIRTUELNE INSTRUMENTACIJE

Virtuelna instrumentacija predstavlja metodologiju za projektovanje instrumenata koja koristi standardni PC računar, specijalne hardverske komponente za akviziciju i digitalnu konverziju signala kao i računarske programe koji omogućavaju prikupljanje, obradu i prikaz signala na računaru [1, 2]. Za razliku od tradicionalnih mernih instrumenata, koji su napravljeni tako da izvrše specifične zadatke definisane od strane proizvođača instrumenata, virtuelna instrumentacija je korisnički definisana, što znači da korisnik definiše funkcije koje treba da obavlja instrument.

Bitnu ulogu kod virtuelne instrumentacije ima softver. Ukupan kvalitet i upotrebljivost mernog sistema ne zavisi samo od odgovarajućeg hardvera, već i od kvaliteta i fleksibilnosti softvera koji se koristi. Kvalitetan softver virtuelne instrumentacije treba u potpunosti da zadovolji zahteve vezane za: upravljanje akvizicionim hardverom, prikaz i obradu signala kao i prikaz i memorisanje rezultata. Softver mora da pruži korisniku pomoć u radu, pa samim tim i da omogući detekciju grešaka koje se tokom rada mogu napraviti usled neodgovarajućeg korišćenja hardvera ili mernih procedura. Za realizaciju laboratorijskih vežbi koje će biti prikazane u ovom radu korišćen je LabVIEW softver firme National Instruments [3].

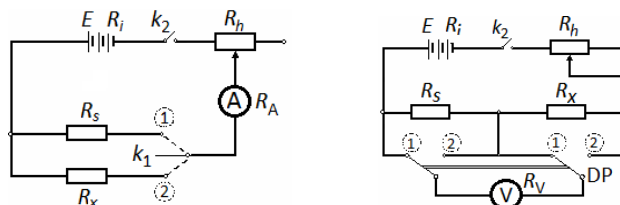
Programi pisani u LabVIEW-u zovu se virtuelni instrumenti i imaju ekstenziju \*.vi. Svaki vi ima dva dela: prednji panel (Front Panel) i blok dijagram (Block Diagram). Prednji panel je korisnički interfejs programa i simulira panel fizičkog instrumenta. Blok dijagram predstavlja grafički prikaz programa, konstruiše se u grafičkom jeziku "G" i namenjen je programeru. Ako se planira korišćenje datog vi programa i kao podprograma, LabVIEW

program dobija i treći sastavni deo, a to su ikona i konektor. Podprogram u LabVIEW-u zove se subvi. Kada se sva tri dela ispravno koriste dobija se virtuelni instrument koji može da radi samostalno ili kao podprogram nekog drugog virtuelnog instrumenta.

### 3. LABORATORIJSKA VEŽBA BROJ 1: MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI METODOM POREĐENJA STRUJA ILI NAPONA

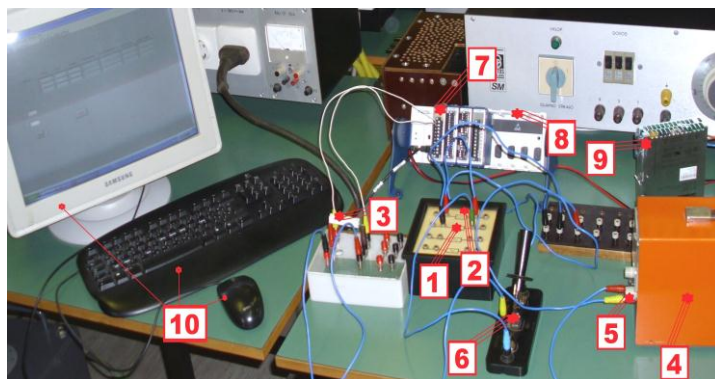
Zadatak vežbe je da se izmeri nepoznata električna otpornost priloženih otpornika metodom poređenja struja, a zatim i metodom poređenja napona, kao i da se odredi relativna greška koja će nastati pri ovim merenjima. Rezultati dobijeni u okviru vežbe moraju biti predstavljeni u formi izveštaja.

Merenje otpornosti metodom poređenja sastoji se u tome da se nepoznata otpornost otpornika određuje na osnovu poznate otpornosti-etalona i izmerenih vrednosti napona ili struja [4]. U zavisnosti od toga da li se vrši poređenje struja ili napona, koristi se redna ili paralelna veza, Sl.1.



**Slika 1:** Paralelna veza za poređenje struja i redna veza za poređenje napona:  
( $R_x$  - otpornik čija se otpornost meri,  $R_s$  - otpornik poznate otpornosti - etalon).

Realizacija ove vežbe se znatno unapređuje i modernizuje upotrebom virtuelnih instrumenata koji vrše funkciju ampermetra i voltmetra. Odgovarajuća merno-akviziciona aparatura prikazana je na Sl.2.



**Slika 2:** Kompletna merno-akviziciona aparatura za realizaciju laboratorijske vežbe.

1- Otpornik čija se otpornost meri, 2- Etalon otpornik -  $R_s = 1000 \Omega$ , 3 - Standardni otpornik  $R_s = 1 \Omega$ , 4 - Izvor jednosmernog napona, 5- Prekidač na izvoru jednosmernog napona, 6- Komutator sa dva pravca -  $k_1$ , 7- Akviziciona kartica - NI-9219, 8- Kućište za karticu - NI cDAQ-9172, 9- Izvor napajanja kućišta kartice - TRIO-PS/1AC/24DC/2.5, 10- PC sa instaliranim LabVIEW softverom.

Sam proces merenja vrši se primenom programa “Metoda poređenja.vi”, odnosno prednjim panelom istog programa, čiji je izgled prikazan na Sl. 3. Prednji panel programa je mogao izgledati daleko jednostavnije ali je program pisan tako da se nakon merenja dobije gotov izveštaj o izvršenim merenjima.

**MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI METODOM POREĐENJA NAPONA ILI STRUJA**

Ivan Garović  
4447/2004

**POREDJENJE STRUJA**

**APARATURA 1**

- \* Izvor napajanja kućišta za akvizicionu karticu, TRIO-PS/1AC/24DC/2.5
- \* PC - Personalni računar sa instaliranim LabVIEW softverom

merena struja  
 $I_s$      $I_x$     **SNIMI**

merena otpornost  
 $R_{x1}$     $R_{x2}$     $R_{x3}$     **ZAPAMTI**

**POSTUPAK 1**

Standardni otpornik  $R_s(1000\text{ oma})$  i otpornik  $R_x$  čija se otpornost meri, stave se jedan po jedan, pod isti napon, pomoću komutatora sa dva pravca. U oba slučaja na red sa jednim od otpornika vezan je otpornik  $R_0(1\text{ om})$ . Zatim se korišćenjem odgovarajućeg virtuelnog instrumenta (LabVIEW programa) vrši merenje struja  $I_s$  i  $I_x$  kroz otpornike  $R_s$  i  $R_x$ . Program automatski određuje nepoznatu električnu otpornost, njenu približnu vrednost, po formuli  $R'_x = R_s \cdot I_s / I_x$ , i njenu tačnu vrednost, po formuli  $R_x = R_s \cdot I_s / I_x + R_0 \cdot (I_s / I_x - 1)$ . Program određuje i apsolutnu i relativnu greška merenja koristeći formule  $G_a = R'_x - R_x$ ,  $G_r = G_a / R_x$ .

**ŠEMA VEZE 1**

	$R_s$ om	$R_a$ om	$I_s$ amper	$I_x$ amper	$R'_x$ om	$R_x$ om	$G_a$ om	$G_r$ procenat
1.	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	0	0	0	0	0	0	0	0

**POREDJENJE NAPONA**

**APARATURA 2**

- \* DAQ - Akviziciona kartica, NI-9219
- \* Kućište za akvizicionu karticu, NI cDAQ-9172

mereni napon  
 $U_s$      $U_x$     **SNIMI**

merena otpornost  
 $R_{x1}$     $R_{x2}$     $R_{x3}$     **ŠTAMPAJ**

**POSTUPAK 2**

Standardni otpornik  $R_s(1000\text{ oma})$  i otpornik  $R_x$  čija se otpornost meri, stave se redno u strujno kolo. Dvopolni prebacač omogućuje da se sukcesivno mere naponi,  $U_s$  na krajevima otpornika  $R_s$  i  $U_x$  na krajevima otpornika  $R_x$ , koristeći se odgovarajućim LabVIEW programom. On na osnovu poznatih i izmerenih vrednosti daje približnu i tačnu vrednost nepoznate električne otpornosti,  $R'_x = R_s \cdot U_x / U_s$ , odnosno  $R_x = (R_s \cdot U_x / U_s) / [1 + (R_s / Z_u) \cdot (1 - U_x / U_s)]$ . Takođe određuje i vrednosti apsolutne i relativne greške, formulama  $G_a = R'_x - R_x$  i  $G_r = G_a / R_x$ . Ulazna impedansa kartice je 1 megaom.

**ŠEMA VEZE 2**

	$R_s$ om	$Z_u$ om	$U_s$ volt	$U_x$ volt	$R'_x$ om	$R_x$ om	$G_a$ om	$G_r$ procenat
1.	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	0	0	0	0	0	0	0	0

**Slika 3: Prednji panel virtuelnog instrumenta “Metoda poređenja.vi”.**

Ispod naziva laboratorijske vežbe i ličnih podataka realizatora vežbe, na panelu se primećuju dve vrlo slične celine. Jedna je namenjena merenju električne otpornosti metodom poređenja struja, a druga metodom poređenja napona. Obe celine imaju tekstualni deo koji govori o datoj metodi merenja otpornosti. Desno od teksta se nalazi šema veze mernog kola, a levo spisak elemenata aparature neophodne za izvođenje vežbe. Ispod pomenutih delova je tabela u kojoj se beleže svi podaci i rezultati.

Preostali deo prednjeg panela čine kontrole za realizaciju samog procesa merenja, zaključno sa štampanjem izveštaja vežbe u PDF-u. Svaka metoda merenja ima po dve numeričke i dve logičke kontrole. Logičkim kontrolama “snimi” u tabele se na određeno mesto, upisuje jedna vrednost direktno izmerenog jednosmernog signala (strujnog ili naponskog). Mesto na koje se upisuje vrednost signala određuje se numeričkim kontrolama. Pri izvođenju svake metode koriste se po dve numeričke kontrole. Jedna od numeričkih kontrola određuje da li se meri vrednost struje (napona) kroz poznati ili kroz nepoznati otpornik,  $I_s$  ili  $I_x$  ( $U_s$  ili  $U_x$ ). Drugom se određuje da li će se u tabelu upisati vrednost struje (napona) pri merenju prve, druge ili treće nepoznate električne otpornosti ( $R_{x1}$ ,  $R_{x2}$  ili  $R_{x3}$ ). Nakon popunjavanja prve tabele, namenjene metodi poređenja struja, neophodno je pritisnuti logičku kontrolu “zapamti”. Potom se prelazi na metodu poređenja napona, pa je neophodno formirati novu šemu veze potrebnu za izvođenje ove metode. Sledi merenje i popunjavanje tabele metode poređenja napona. Konačno, pritiskom na logičku kontrolu

“štampanj”, program se zaustavlja, ali se predhodno štampa izveštaj laboratorijske vežbe u PDF-u, Sl. 4 .

### MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI METODOM POREĐENJA NAPONA ILI STRUJA

POREĐENJE STRUJA

1) ŠEMA VEZE MERNOSG KOLA

2) APARATURA

- \* Rx - Otpornici nepoznate otpornosti (dija se otpornost meri)
- \* Rs - Standardni otpornik (1000 oma)
- \* E - Izvor jednosmernog naponslstra . RTU 0,1-20/1 (napajanje 0-20V)
- \* k2 - Prekidaa na izvoru jednosmernog napona
- \* k1 - Komutator sa dva pravca
- \* DAQ - Awtiziona kartica . NI-9219
- \* Kudište za akviziciju karticu . NI cDAQ-9172
- \* Izvor napajanja kudišta za akviziciju karticu . TRIO-PS14C24DC2.5
- \* PC - Personalni raunar sa instaliranim LabVIEW softverom

3) POSTUPAK LABORATORISKE VEZBE

Standardni otpornik  $R_s(1000\text{ oma})$  i otpornik  $R_x$  dija se otpornost meri . stave se redno u strujno kolo . Dvopolni prebataa komutatora sa dva pravca . U ova stuaia na red sa jednim od otpornika vezan je otpornik  $R_{a(1\text{ om})}$  . Zatim se korišćenjem odgovarajućeg vidljivog instrumenta (LabVIEW programa) vsi mereenje stuja  $I_s$  i  $I_x$  . Iloc . otpornike  $R_s$  i  $R_x$  . Program automatski odredjuje nepoznatu električnu otpornost . njenu približnu vrednost . po formuli  $R_x = R_s \cdot I_s / I_x$  . Program odredjuje i apsolutnu i relativnu greška merenja koristeć formulu  $G = \frac{R_x - R_x}{R_x}$  .

4) REZULTATI MERENJA

	$R_s$ om	$R_x$ om	$I_s$ amper	$I_x$ amper	$R_x'$ om	$G_a$ om	$G_r$ procent
1.	1000,000	1,000	-0,006	-0,006	1016,286	1016,303	-0,016
2.	1000,000	1,000	-0,006	-0,010	621,393	621,014	0,397
3.	1000,000	1,000	-0,006	-0,008	753,197	752,990	0,207

19. decembar 2010  
8:50:49  
Ivan Garović  
4447/2884

### MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI METODOM POREĐENJA NAPONA ILI STRUJA

POREĐENJE NAPONA

1) ŠEMA VEZE MERNOSG KOLA

2) APARATURA

- \* Rx - Otpornici nepoznate otpornosti (dija se otpornost meri)
- \* Rs - Standardni otpornik (1000 oma)
- \* E - Izvor jednosmernog naponslstra . RTU 0,1-20/1 (napajanje 0-20V)
- \* k2 - Prekidaa na izvoru jednosmernog napona
- \* DP - Dvopolini prebataa
- \* DAQ - Awtiziona kartica . NI-9219
- \* Kudište za akviziciju karticu . NI cDAQ-9172
- \* Izvor napajanja kudišta za akviziciju karticu . TRIO-PS14C24DC2.5
- \* PC - Personalni raunar sa instaliranim LabVIEW softverom

3) POSTUPAK LABORATORISKE VEZBE

Standardni otpornik  $R_s(1000\text{ oma})$  i otpornik  $R_x$  dija se otpornost meri . stave se redno u strujno kolo . Dvopolni prebataa omogućuje da se sukcesivno mere naponi . Us na krajevima otpornika  $R_s$  i  $R_x$  na krajevima otpornika  $R_x$  . koristeći se odgovarajućim LabVIEW programom . On na osnovu poznatih izmerenih vrednosti daje približnu i laču vrednost nepoznate električne otpornosti .  $R_x = R_s \cdot U_{Rx} / U_{Rs}$  . odnosno  $R_x = (R_s \cdot U_{Rx}) / (U_{Rs})$  . Takođe odredjuje i vrednosti apsolutne i relativne grešku . formuluama  $G = \frac{R_x - R_x}{R_x}$  .  $G = \frac{U_{Rx} - U_{Rx}}{U_{Rx}}$  . Ulazna impedansa kartica je 1 megaom.

4) REZULTATI MERENJA

	$R_s$ om	$R_x$ om	$U_s$ volt	$U_x$ volt	$R_x'$ om	$G_a$ om	$G_r$ procent
1.	1000,000	1000000,001	2,968	3,025	1019,208	1019,402	-0,019
2.	1000,000	1000000,001	3,680	2,294	623,346	621,007	0,377
3.	1000,000	1000000,001	3,342	2,649	792,686	791,046	0,207

19. decembar 2010  
8:50:49  
Ivan Garović  
4447/2884

Slika 4: Dvostrani izveštaj metode poređenja struja ili napona.

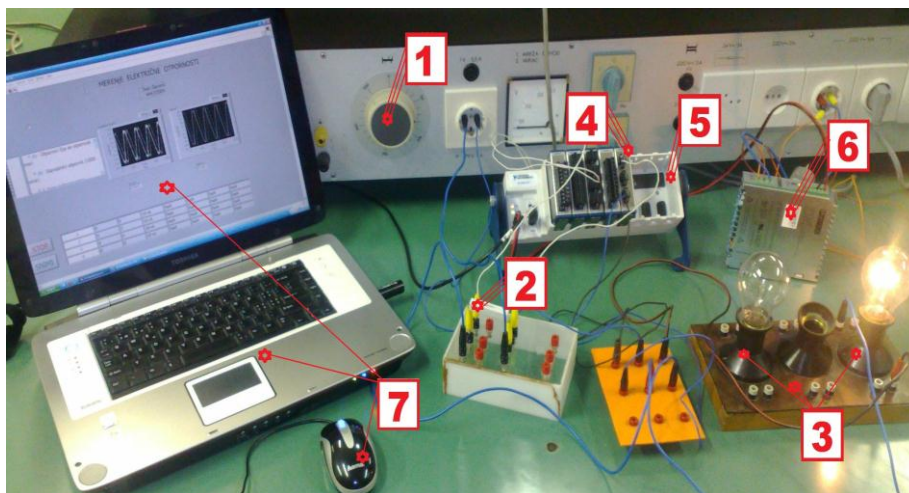
Blok dijagram programa “Metoda poređenja.vi” predstavlja grafički prikaz programa i kao takav važan je za programera, ali ne i za samog korisnika, odnosno realizatora vežbe, koji isključivo manipulacijama na prednjem panelu vrši proces merenja i omogućava štampanje izveštaja. Zbog toga kreiranje i izgled blok dijagrama nije prikazano u okviru ovog rada.

#### 4. LABORATORIJSKA VEŽBA BROJ 2 - MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI UI METODOM

Merenje električne otpornosti UI metodom spada među indirektno metode merenja. Direktno se mere napon na krajevima otpornika čija se otpornost meri i struja kroz otpornik, dok se merena otpornost određuje indirektno, računski, primenom Omovog zakona.

Zadatak u okviru ove vežbe je da se izmeri električna otpornost svake od dve sijalice, pri naponu od 220 [V], potom otpornost sijalica u paralelnoj i u rednoj vezi, oba puta pri naponu 220 [V] na krajevima veze. Sve dobijene vrednosti, kao i izračunate sistematske greške mernih metoda dati u odgovarajućem izveštaju.

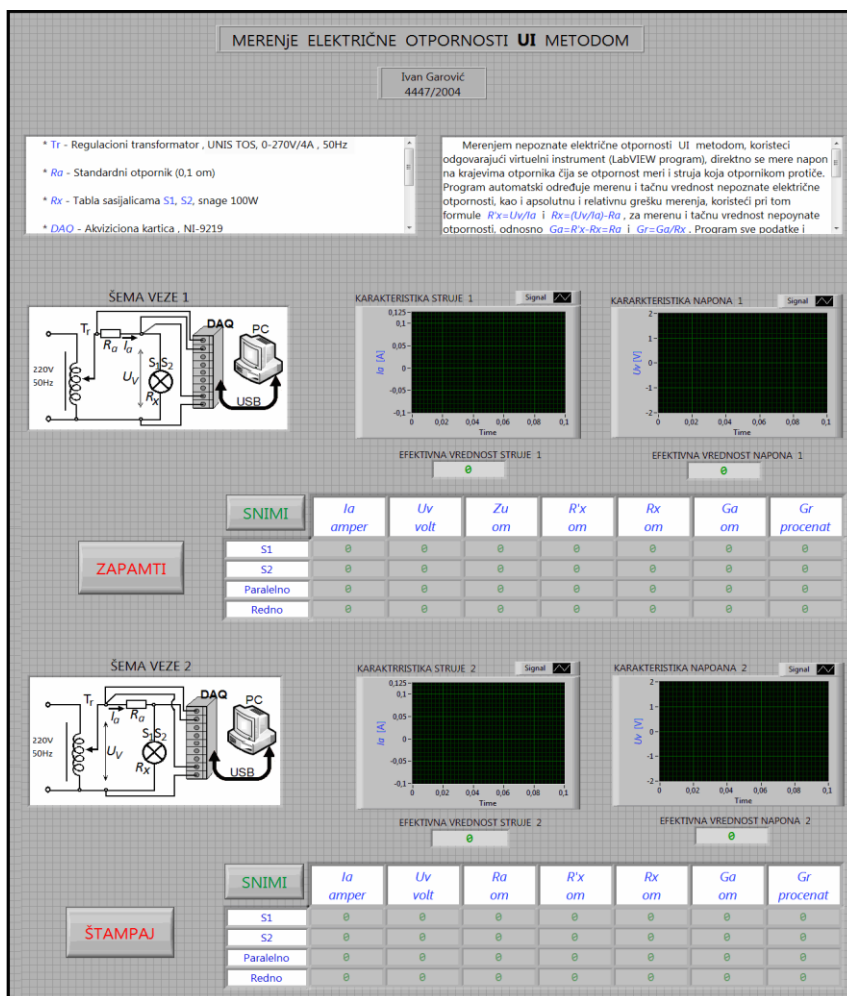
Na Sl.5 dat je prikaz kompletne merno-akvizicione aparature za realizaciju ove vežbe.



*Slika 5: Merno-akviziciona aparatura za realizaciju UI metode:*

- 1-Regulacioni transformator, 2-Standardni otpornik -  $R_s = 0.1 \Omega$ , 3-Tabla sa sijalicama,
- 4-Akviziciona kartica - NI-9225, 5-Kućište za akvizicionu karticu - NI cDAQ-9172,
- 6-Izvor napajanja kućišta akvizicione kartice - TRIO-PS/1AC/24DC/2.5,
- 7-PC sa instaliranim LabVIEW softverom.

Proces merenja vrši se koristeći prednji panel virtuelnog instrumenta “UI metoda.vi” prikazanog na Sl. 6. Manipulacija sa numeričkim i logičkim kontrolama je slična kao i u prethodnom primeru, a na kraju se, takođe, štampa i izveštaj laboratorijske vežbe. Izveštaj UI metode merenja nepoznate električne otpornosti čine dve strane, Sl.8. Na prvoj je spisak neophodne aparature, kao i uputstvo za realizaciju, odnosno postupak izvođenja laboratorijske vežbe. Na drugoj strani izveštaja su izgledi obe šeme veze i tabela rezultata za svaku od njih.



Slika 6: Prednji panel panel virtuelnog instrumenta "UI metoda.vi".

SNIMI	Ia amper	Uv volt	Zu om	R'x om	Rx om	Ga om	Gr procent
S1	0,43	220,16	1E+6	516,91	517,17	0,27	0,05
S2	0	0	1E+6	0	0	0	0
Paralelno	0	0	1E+6	0	0	0	0
Redno	0	0	1E+6	0	0	0	0

Slika 7: Automatsko popunjavanje svih polja jedne vrste tabele pomoću logičke kontrole "snimi".

MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI UI METODOM		MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI UI METODOM																																																																																	
<p><b>APARATURA</b></p> <p>Za realizaciju laboratorijske vežbe, u kojoj se nepoznata električna otpornost meri UI metodom, koristi se sledeća memo-avizična aparatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Tr - Regulatorni transformator, UNIS TOS, 0-270V/4A, 50Hz</li> <li>* Ra - Standardni otpornik (0,1 om)</li> <li>* Rx - Tabla sasijalica S1, S2, snage 100W</li> <li>* DAQ - Avizična kartica, NI-9219</li> <li>* Kudište avizične kartice, NI cDAQ-9172</li> <li>* Izvor napajanja kućišta avizične kartice, TRIO-PS1AC/24DC/2.5</li> <li>* PC - Personalni računar sa instaliranim LabVIEW softverom</li> </ul>	<p><b>POSTUPAK LABORATORIJSKE VEŽBE</b></p> <p>Merjenjem nepoznate električne otpornosti UI metodom, koristeći odgovarajuću virtuelni instrument (LabVIEW program), direktno se mere napon na krajevima otpornika čija se otpornost meri i struja koja otpornikom protiče. Program automatski određuje merenu i tačnu vrednost nepoznate električne otpornosti, kao i apsolutnu i relativnu grešku merenja. Koristeći pri tom formule <math>R_x = U_{V1} / I_a</math> i <math>R_x = (U_{V1} / I_a) - R_a</math>, za merenu i tačnu vrednost nepoznate otpornosti, odnosno <math>G_a = R_x - R_a</math> i <math>G_l = G_a R_x</math>. Program sve podatke i rezultate beleži u tabelu.</p> <p>Merena nepoznate električne otpornosti v še se za dve različite šeme veze - mernog kola. Za svaku od šema veze najpre se izdodi merenje za jednu, pa za drugu sijalicu, pri naponu 220V, a zatim za paralelnu, a onda rednu vezu sijalica, obo a puta pri naponu 220V na krajevima odgovarajuće veze.</p> <p>Pri početka svakog merenja postaviti ručicu regulatornog transformatora na nulu. Nakon to ja, napon postepeno povećavati pomerajući ručicu regulatornog transformatora.</p>	<p><b>ŠEMA VEZE 1</b></p> <p><b>REZULTATI MERENJA ZA ŠEMU VEZE 1</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ia amper</th> <th>Uv volt</th> <th>Zu om</th> <th>R'x om</th> <th>Rx om</th> <th>Ga om</th> <th>Gr procenat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>0.43</td> <td>220.16</td> <td>1000000.00</td> <td>516.91</td> <td>517.17</td> <td>-0.27</td> <td>-0.05</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>0.46</td> <td>220.40</td> <td>1000000.00</td> <td>478.18</td> <td>478.41</td> <td>-0.23</td> <td>-0.05</td> </tr> <tr> <td>Paralelna</td> <td>0.88</td> <td>219.98</td> <td>1000000.00</td> <td>249.21</td> <td>249.28</td> <td>-0.06</td> <td>-0.02</td> </tr> <tr> <td>Redno</td> <td>0.30</td> <td>220.32</td> <td>1000000.00</td> <td>725.00</td> <td>725.53</td> <td>-0.53</td> <td>-0.07</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>ŠEMA VEZE 2</b></p> <p><b>REZULTATI MERENJA ZA ŠEMU VEZE 2</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ia amper</th> <th>Uv volt</th> <th>Ra om</th> <th>R'x om</th> <th>Rx om</th> <th>Ga om</th> <th>Gr procenat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>0.43</td> <td>220.62</td> <td>0.10</td> <td>509.91</td> <td>509.81</td> <td>0.10</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>0.47</td> <td>220.33</td> <td>0.10</td> <td>467.07</td> <td>466.97</td> <td>0.10</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>Paralelna</td> <td>0.90</td> <td>221.86</td> <td>0.10</td> <td>246.04</td> <td>245.94</td> <td>0.10</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>Redno</td> <td>0.31</td> <td>220.28</td> <td>0.10</td> <td>707.68</td> <td>707.58</td> <td>0.10</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>		Ia amper	Uv volt	Zu om	R'x om	Rx om	Ga om	Gr procenat	S1	0.43	220.16	1000000.00	516.91	517.17	-0.27	-0.05	S2	0.46	220.40	1000000.00	478.18	478.41	-0.23	-0.05	Paralelna	0.88	219.98	1000000.00	249.21	249.28	-0.06	-0.02	Redno	0.30	220.32	1000000.00	725.00	725.53	-0.53	-0.07		Ia amper	Uv volt	Ra om	R'x om	Rx om	Ga om	Gr procenat	S1	0.43	220.62	0.10	509.91	509.81	0.10	0.02	S2	0.47	220.33	0.10	467.07	466.97	0.10	0.02	Paralelna	0.90	221.86	0.10	246.04	245.94	0.10	0.04	Redno	0.31	220.28	0.10	707.68	707.58	0.10	0.01	<p>Ivan Garović 4447/2004</p> <p>26. decembar 2010 8:29:01</p>
	Ia amper	Uv volt	Zu om	R'x om	Rx om	Ga om	Gr procenat																																																																												
S1	0.43	220.16	1000000.00	516.91	517.17	-0.27	-0.05																																																																												
S2	0.46	220.40	1000000.00	478.18	478.41	-0.23	-0.05																																																																												
Paralelna	0.88	219.98	1000000.00	249.21	249.28	-0.06	-0.02																																																																												
Redno	0.30	220.32	1000000.00	725.00	725.53	-0.53	-0.07																																																																												
	Ia amper	Uv volt	Ra om	R'x om	Rx om	Ga om	Gr procenat																																																																												
S1	0.43	220.62	0.10	509.91	509.81	0.10	0.02																																																																												
S2	0.47	220.33	0.10	467.07	466.97	0.10	0.02																																																																												
Paralelna	0.90	221.86	0.10	246.04	245.94	0.10	0.04																																																																												
Redno	0.31	220.28	0.10	707.68	707.58	0.10	0.01																																																																												

Slika 8: Dvostrani izveštaj UI metode.



## 5. ZAKLJUČAK

Izvođenje nastave i vežbi sve više podrazumeva upotrebu računara i informatičkog znanja. Razvoj komercijalnih sistema za akviziciju podataka omogućio je uključanje istih i u realizaciju laboratorijskih vežbi. U ovom radu pokazano je kako se primenom virtuelne instrumentacije mogu formirati jednostavne i kvalitetno osmišljene laboratorijske vežbe iz oblasti električnih merenja. S obzirom na to da se vežbe baziraju na postojećim, klasičnim vežbama, koje se realizuju primenom tradicionalnih (klasičnih) mernih instrumenata, student veoma lako može uočiti prednosti i mane savremenih metoda merenja i primene virtuelnih instrumenata u odnosu na klasične merne instrumente.

Primena virtuelne instrumentacije omogućava vizuelizaciju podataka, odnosno njihovu vizuelnu analizu i prezentaciju, čime se znatno povećava efikasnost rada u laboratoriji. Rezultati merenja i zaključci koji iz tih merenja proističu stavljaju se u prvi plan, dok se sama tehnika merenja stavlja u drugi plan. Mogućnost štampanja izveštaja tek realizovanih laboratorijskih vežbi daje dodatan kvalitet vežbama.

## 6. LITERATURA

- [1] Milovanović A., Bjekić M., Koprivica B.: *Virtuelna instrumentacija*, Tehnički fakultet Čačak, 2010.
- [2] Drndarević V.: *Personalni računari u sistemima merenja i upravljanja*, Akademska misao, 2003.
- [3] <http://www.ni.com/>
- [4] Đekić M., Milovanović A.: *Električna merenja – laboratorijske vežbe*, Tehnički fakultet Čačak, 2000.
- [5] Duduković P., Đekić M.: *Električna merenja*, Tehnički fakultet Čačak, 1997.
- [6] Bishop R.: *LabVIEW 8 Student Edition*, Prentice Hall, 2006.
- [7] Mihura B.: *LabVIEW for Data Acquisition*, Prentice Hall, 2001.