

Primena udaljenih eksperimenata za unapređenje nastave u oblasti električnih merenja

Dušan Bojović, Miloš Milovanović, Branko Koprivica, Đorđe Damjanović, Alenka Milovanović

Apstrakt — U ovom radu je prikazana praktična realizacija dva udaljena eksperimenta uz primenu virtuelne instrumentacije, LabVIEW softvera i interneta. Eksperimenti predstavljaju laboratorijske vežbe koje se realizuju u okviru predmeta Električna merenja i odnose se na merenje električne otpornosti primenom metode poređenja pomoću merenja napona, metode poređenja pomoću merenja struja, kao i merenje UI metodom. Eksperimenti su razvijeni u cilju unapređenja nastave iz oblasti električnih merenja, kako u srednjim tehničkim školama, tako i na tehničkim fakultetima.

Cljučne reči— LabVIEW softver, udaljeni eksperimenti, laboratorijske vežbe, električna merenja.

I. UVOD

Za povezivanje teorijskog i praktičnog znanja u oblasti elektrotehnike neophodno je da studenti što više vremena provedu u radu u laboratoriji. Ovog vremena na žalost nema mnogo, pa je izuzetno važno pravilno ga iskoristiti. Za to su potrebne kvalitetne i dobro osmišljene laboratorijske vežbe, pri čemu je važno da informacije koje student dobije kroz rad budu takve da ih on lako pamti i povezuje sa ostalim sadržajem predmeta.

Poslednjih godina, razvoj računara i akvizicionih kartica omogućio je osmišljavanje kvalitetnijih laboratorijskih vežbi u kojima se većina vremena posvećuje objašnjavanju procesa merenja i analizi dobijenih rezultata, a štedi se vreme na obradi i prikazu rezultata koje vrši sam računar, a ne student. Na ovaj način lakše se prate promene koje se događaju pri merenju i dolazi do odgovarajućih zaključaka.

Iako je opšte poznat značaj izvođenja laboratorijskih vežbi, posebno u tehničkim naukama, fakulteti i škole često, iz ekonomskih razloga nemaju adekvatnu mernu opremu.

Dušan Bojović – Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 3200 Čačak, Srbija (e-mail: dushko10@gmail.com)

Miloš Milovanović – Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 3200 Čačak, Srbija (e-mail: shomii69@gmail.com)

Branko Koprivica – Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 3200 Čačak, Srbija (e-mail: branko.koprivica@ftn.kg.ac.rs)

Đorđe Damjanović – Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 3200 Čačak, Srbija (e-mail: djordje.damjanovic@ftn.kg.ac.rs)

Alenka Milovanović – Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 3200 Čačak, Srbija (e-mail: alenka.milovanovic@ftn.kg.ac.rs)

Primenom virtuelne instrumentacije [1], koja podrazumeva upotrebu PC računara, akvizicionih kartica i odgovarajućeg softvera, ovaj problem se donekle može prevazići. Virtuelna instrumentacija daje mogućnost kreiranja virtuelnih instrumenata kao zamenu klasičnim instrumentima, a postavljanjem odgovarajućih vežbi na internet, uz mogućnost udaljenog pristupa i merenja, vežbe mogu biti dostupne većem broju korisnika.

Cilj ovog rada je da se na jednostavnim primerima merenja električne otpornosti, metodama poređenja struja ili napona i UI metodom, pokaže kako se primenom virtuelne instrumentacije i interneta mogu realizovati dva udaljena eksperimenta, čijom primenom se znatno unapređuje nastava u oblasti električnih merenja. Eksperimenti su realizovani u okviru aktivnosti vezanih za Tempus projekt NeReLa, sa željom da se da doprinos u stvaranju mreže laboratorija na daljinu, što je jedan od glavnih ciljeva projekta.

Prvo će biti pokazano kako se mogu unaprediti i modernizovati vežbe primenom virtuelnih instrumenata, koji vrše funkciju ampermetra i voltmetra, pri čemu se zadatak vežbe ne menja u odnosu na tradicionalan način merenja (menja se alat za realizaciju vežbe). Poseban naglasak će biti dat na automatskom kreiranju izveštaja, budući da pisanje izveštaja sa laboratorijskih vežbi studentima često predstavlja poteškoću, jer su rezultati dobijeni merenjem često nepouzdati, a nastavniku uvek predstavlja problem provera verodostojnosti i kvaliteta tih izveštaja.

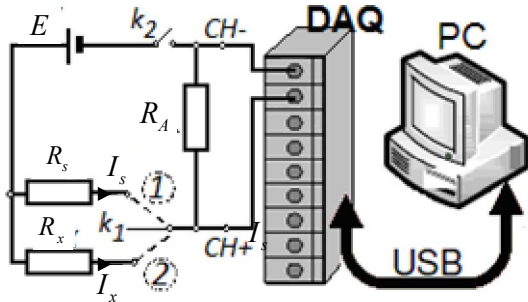
Zatim će tako kreirane vežbe (eksperimenti) primenom LabVIEW-a biti postavljene na internet čime će se dodatno podići kvalitet nastave. Pristupom sa računara od kuće učenik ili student bi eksperiment, odnosno laboratorijsku vežbu izvodio samostalno, više puta i pri tome dolazio do različitih zaključaka. Postajao bi motivisaniji za rad i učenje. Merenja bi izvodio efikasnije, obrada rezultata merenja, evidentiranje rezultata i pisanje izveštaja bilo bi brže i jednostavnije, a više pažnje bi posvetio suštini izvođenog eksperimenta.

Za razliku od mnogih vežbi koje predstavljaju samo simulaciju odgovarajućeg merenja, vežbe prikazane u radu predstavljaju realne eksperimente, pa će studenti imati uvid u hardver mernog sistema i moći će da upravljaju njime.

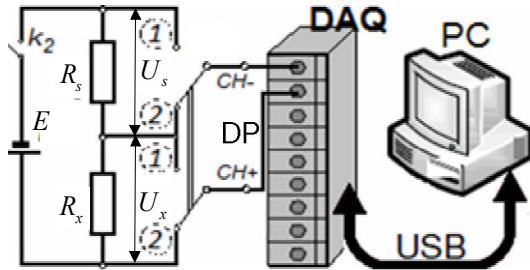
II. MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI METODOM POREĐENJA POMOĆU MERENJA NAPONA ILI MERENJA STRUJA

Za ovu laboratorijsku vežbu koriste se dve šeme veza, u zavisnosti od toga da li se koristi metoda poređenja pomoću

merjenja struja, Sl.1, ili metoda poređenja pomoću merjenja napona, Sl. 2. Suština metoda je u tome da se porede naponi ili struje na poznatim (referentnim) otpornicima, sa naponima i strujama na nepoznatim otpornostima. Na slikama se jasno vide položaji prekidača. U oba slučaja je položaj 1 za merenje struje ili napona na poznatoj otpornosti, dok je položaj 2 za merenje veličina na nepoznatoj otpornosti.



Sl.1. Šema veza za metodu poređenja pomoću merjenja struje.



Sl.2. Šema veza za metodu poređenja pomoću merjenja napona.

Primenom ovih metoda nepoznata električna otpornost, tačna i približna vrednost, određuje se na sledeći način:

$$R_x = R_s \frac{I_s}{I_x} + R_A \left(\frac{I_s}{I_x} - 1 \right), R'_x = R_s \frac{I_s}{I_x}, \quad (1)$$

kada se porede struje, odnosno

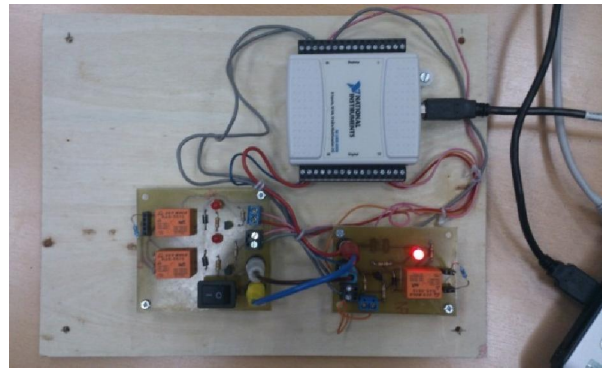
$$R_x = R_s \frac{U_x}{U_s} \frac{1}{1 + \frac{R_x}{R_v} \left(1 - \frac{U_x}{U_s} \right)}, R'_x = R_s \frac{U_x}{U_s}, \quad (2)$$

kada se porede naponi. U ovom slučaju R_v predstavlja ulaznu otpornost kartice.

Metoda prikazana šemom veza na Sl.1 se primenjuje za merenje otpornosti velikih vrednosti i istog reda veličine kao vrednost otpornosti standardnog otpornika R_s , dok je metoda prikazana šemom veza na Sl. 2 pogodna za merenje malih otpornosti.

DAQ predstavlja akvizicionu karticu proizvođača National Instruments, sa digitalnim i analognim ulazima koji imaju tu mogućnost da simuliraju uređaje za merenje i daju rezultate visoke tačnosti. Kartica ima softversku podršku koju joj pruža softver istog proizvođača - LabVIEW.

Za potrebe realizacije ovog eksperimenta korišćena je kartica NI-6008 koja poseduje digitalne izlaze koji kontrolišu pobudu releja i njihovo okidanje, i analogne ulaze koji se koriste za iščitavanje vrednosti napona i struje (napona preko jediničnog otpornika). Takođe ova kartica poseduje izlaz za napajanje od 5V sa maksimalnom jačinom struje od 200mA sa kojeg se i napaja ceo sistem pločica. Ulazna otpornost kartice je $Z_u = 144 \text{ k}\Omega$.



Sl.3. Veza pločica i akvizicione kartice.

Akvizionarna kartica je povezana sa dve štampane pločice, Sl. 3, koje predstavljaju kreirana električna kola za obe metode. Pločice sadrže deo koji je namenjen za pobudu releja, budući da sam digitalni izlaz pločice nema dovoljnu snagu za pobudu.

U Tabeli I se mogu videti najbitniji delovi pločica iz čega se može zaključiti da sama konstrukcija istih nije mnogo komplikovana.

TABELA I
ELEMENTI KOJE SADRŽE PLOČICE

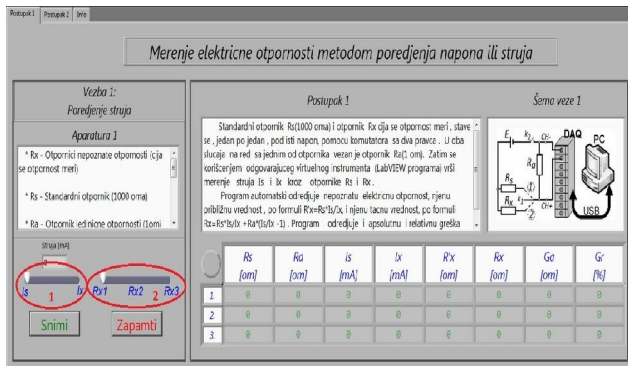
Relaj	1×N, 5 V, 70Ω
Otpornik R_s	1000 Ω
Otpornik R_x	>100 Ω
Otpornik R_b	5,6 Ω
Tranzistor NPN	2N3904
LED dioda	Crvena, 10mA

Dakle, za uspešnu praktičnu realizaciju ove vežbe potreban je merni uređaj sa Sl. 3, računar koji se nalazi u laboratoriji i sa kojim je preko USB porta povezana akviziciona kartica i udaljeni računar sa koga će se pristupiti ovom projektu i izvršiti merenje. Na korisničkom računaru potrebno je samo da bude instaliran Runtime dodatak softvera LabVIEW 2009.

Aplikacija se pokreće duplim klikom na fajl **Merko 1.vi** na računaru u laboratoriji, koja zapravo predstavlja virtuelni instrument. Prva strana tog virtuelnog instrumenta može se videti na Sl. 4, gde je prikazan njen korisnički interfejs.

U levom delu interfejsa se nalazi opis aparature i komandni tasteri, na srednjem i desnom delu aplikacije se nalaze postupak merjenja, gde je u kratkim crtama objašnjeno šta

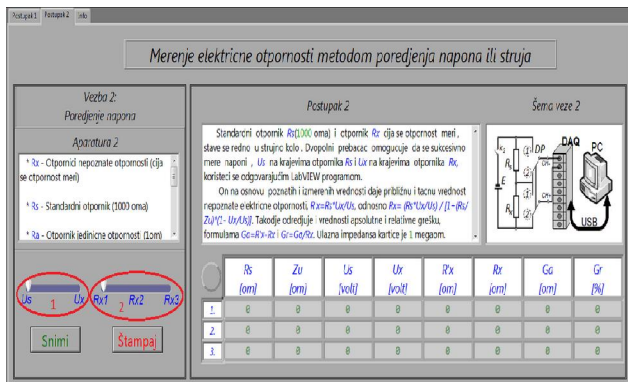
vežba izvršava, slika šeme i tabela za popunjavanje.



Sl.4. Izgled prvog taba aplikacije, metoda poredjenja struje.

U toku merenja koriste se slajderi 1 i 2, Sl. 4. Dok je položaj slajdera 1 u I_s , u tabeli se popunjavaju vrednosti merene struje kroz otpornik R_s . Vrednosti se upisuju u tabelu, tačnije kolonu, I_s [mA]. Tri položaja na slajderu 2 predstavljaju vrste u datoj tabeli. Kombinacijom odgovarajućih položaja slajdera 2 (R_{x1} , R_{x2} , R_{x3}) sa tasterom "Snimi" pamte se odgovarajuće vrednosti u tabeli uključujući i proračunate greške. Na primer, pri promeni položaja na R_{x2} slajdera 2, vrednost položaja se upisuje u drugu vrstu table. Pomeranjem slajdera 1 u položaj I_x vrši se upisivanje merene vrednosti struje kroz otpornik R_x u kolonu I_x . Postupak pomeranja slajdera 2 se ponavlja, kao u prvom slučaju. I nakon upisa poslednje izmerene vrednosti u tabelu, pritiskom na taster "Zapamti" prelazi se na sledeću deo vežbe koja se automatski pokreće u drugom tabu.

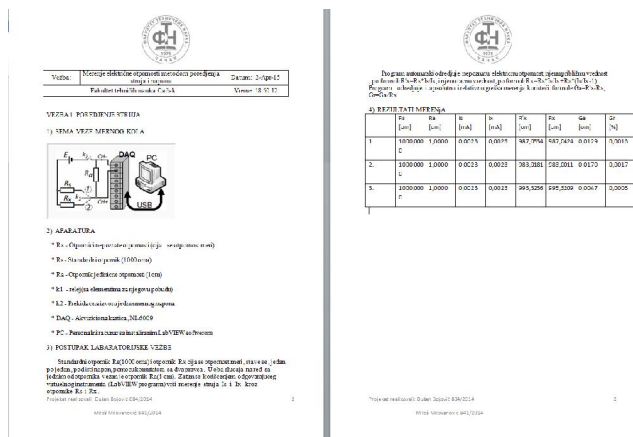
Na Sl. 5 je prikazan izgled drugog taba aplikacije i okruženje za postupak drugog dela vežbe i njeni elementi. Postupak merenja je isti kao i u prethodnom slučaju.



Sl.5. Izgled drugog taba aplikacije, metoda poredjenja napona.

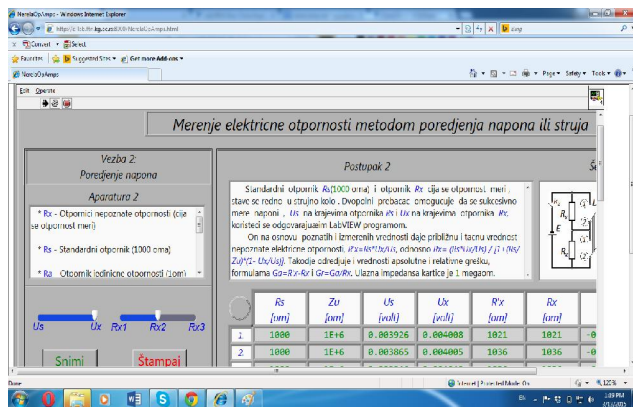
Nakon upisa poslednje izmerene vrednosti u tabelu, pritiskom na taster "Štampaj" prelazi se na sledeći tab koji sadrži informacije o radu – generisani izveštaj o urađenoj vežbi. Naslovna stranica Izveštaja data je na Sl. 6. Pritiskanjem tastera "Zapamti" i "Štampaj" sačuvane su vrednosti merenih elemenata, u memoriju programa. Prilikom

ulaska u treći tab, automatski se generiše izveštaj, koji je kreiran pomoću LabVIEW Report Generation Toolkit-a za Microsoft Office, sa potpunim opisom obe vežbe i sačuvanim vrednostima koje su respektivno pozicionirane u Word dokumentu.



Sl.6. Izgled prve strane izveštaja.

Laboratoriskoj vežbi se može pristupiti sa udaljenog računara i njome upravljati. Na Sl. 7 je prikazan izgled virtualnog instrumenta na udaljenom računaru. On je otvoren preko pretraživača, tako što je korisnik ušao na definisani link koji se menja u zavisnosti od mesta izvođenja eksperimenta. Korisnički interfejs je smešten u html stranicu. Funkcionalnost eksperimenta je indentična kao i na računaru u laboratoriji, samo je razlika u tome što se krajnji izveštaj neće generisati na udaljenom računaru, već će ostati zapamćen u računaru u laboratoriji.



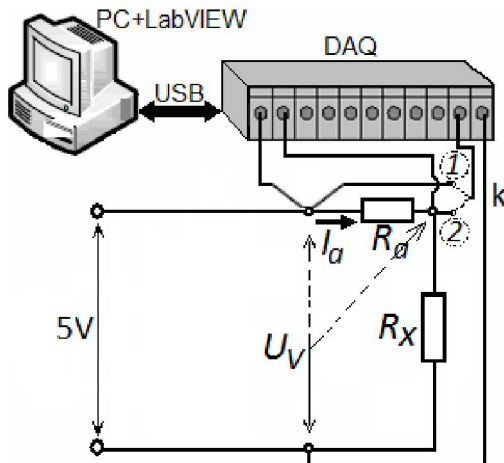
Sl.7. Izgled virtualnog instrumenta sa udaljenog računara.

III. MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI UI METODOM

U slučaju merenja električne otpornosti UI metodom nepoznata otpornost se određuje primenom Omovog zakona, na osnovu vrednosti dobijenih merenjem napona i struje. U zavisnosti od toga da li se mere male, srednje ili velike otpornosti koriste se naponska ili strujna veza [2].

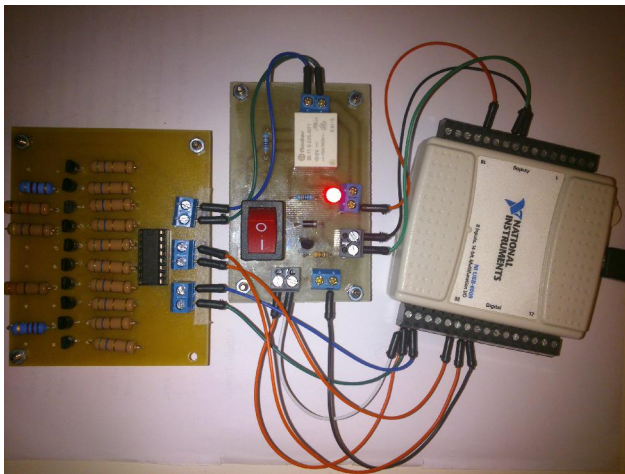
Primenom virtualne instrumentacije ulogu ampermetra i

voltmetra preuzima virtualni instrument, a šema naponsko - strujnog kola data je na Sl. 8.



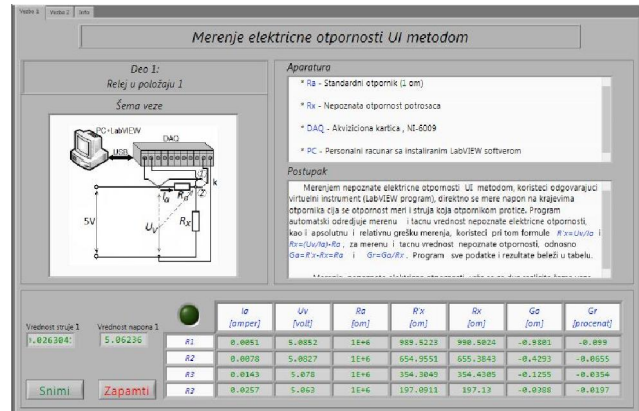
Sl.8. Šema naponsko-strujnog kola.

Kao i u prethodnom primeru, za praktičnu realizaciju ovog eksperimenta potrebno je pored akvizicione kartice i PC računara sa LabVIEW softverom načiniti i eksperimentalne pločice napravljene prema šemi sa Sl. 8. U odnosu na prethodni primer dodata je pločica koja sadrži otpornike različitih vrednosti, a funkciju prekidača kojim se menja mesto voltmetru (tj. funkciju naponska ili strujna veza) obavlja relej. Veza pločica i akvizicione kartice prikazana je na Sl. 9. Akviziciona kartica obavlja svu komunikaciju između eksperimentalnih pločica i računara, a pri tome obezbeđuje sva potrebna napajanja eksperimentu. U ovom primeru korišćena je akviziciona kartica NI-6009, sličnih karakteristika kao i NI -6008.



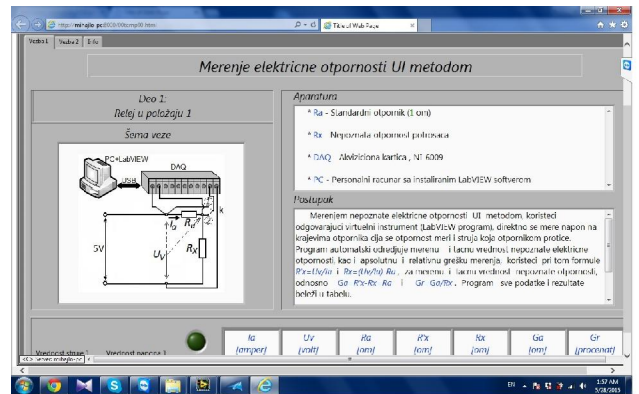
Sl.9. Veza pločica i akvizicione kartice.

Za potrebe ovog merenja napravljen je virtualni instrument **Merko 2.vi**. Prva strana tog virtualnog instrumenta (deo koji se odnosi na položaj prekidača 1) može se videti na Sl.10.



Sl. 10. Izgled I taba aplikacije.

Popuna tabele kao i sam postupak merenja sličan je kao i u prethodnoj vežbi. Eksperimentu se može pristupiti sa udaljenog računara, Sl.11.



Sl.11. Izgled virtualnog instrumenta sa udaljenog računara.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana praktična realizacija dva udaljena eksperimenta uz primenu virtualne instrumentacije, LabVIEW softvera i interneta. Eksperimenti su realizovani sa ciljem podizanja kvaliteta nastave iz predmeta električna merenja, a budući da se ono odnosi na unapređenje izvođenja laboratorijskih vežbi, ovakav koncept se može primeniti za sve predmete čija se realizacija sprovodi primenom laboratorijskih vežbi.

Primena virtualne instrumentacije u procesu merenja i realizaciji laboratorijskih vežbi ima puno prednosti u odnosu na klasična merenja. Omogućava kreiranje virtualnih instrumenata kao zamenu za klasične instrumente, što je naročito važno kada je reč o skupim ili nedostupnim instrumentima. Pored toga daje mogućost vizuelne analize i prezentacije podataka, što znatno povećava efikasnost rada. Posebna prednost se ogleda i u mogućnosti realizovanja udaljenih merenja. Pristupom sa računara od kuće rezultati merenja, odnosno zaključci koji iz tih merenja proističu stavljaju se u prvi plan, dok se sama tehnika merenja stavlja u drugi plan. Korisnik je samostalan u radu i pri tome može da

koristi sopstveni raspored i da sam organizuje svoje vreme. Do rezultata dolazi brže i motivisan je za rad i učenje.

LITERATURA

- [1] A. Milovanović, M. Bjekić, B. Koprivica, "Virtuelna instrumentacija", Tehnički fakultet Čačak, Čačak, Srbija, 2010.
- [2] M. Đekić, A. Milovanović, "Električna merenja – laboratorijske vežbe", Tehnički fakultet Čačak, Čačak, Srbija, 2000.
- [3] V. Dmdarević, "Personalni računari u sistemima merenja i upravljanja", Akademska misao, Beograd, Srbija, 2003.
- [4] R. Bishop, LabVIEW 8 Student Edition, Prentice Hall, USA, 2006

ABSTRACT

In this project a practical realization of two distant experiments with the use of virtual instrumentation, LabVIEW software and the Internet is shown. Experiments

represent laboratory exercises that are a major content of subject Electrical measurement. Exercises refer to the measurement of electrical resistance using the method of comparing of voltage, using a method of comparing of currents, as well as measuring using the UI method. Experiments have been developed in order to improve teaching in the field of electrical measurement, both in high technical schools, as well as at technical faculties.

Application of remote experiments to improve teaching in the field of electrical measurements

Dušan Bojović, Miloš Milovanović, Branko Koprivica,
Đorđe Damnjanović, Alenka Milovanović