

TEMA T1.3: INOVACIJE U MODERNOM OBRAZOVANJU (Inovativne metode učenja, Tehnologija u službi znanja, Softverske platforme i alati u obrazovanju...)

Paper No.T1.3-1

03830

ETALONIRANJE DIGITALNIH MULTIMETARA KAO USLOV ZA IZVOĐENJE NASTAVNE VEŽBE "MERENJE VELIKIH OTPORNOSTI METODOM PRAŽNENJA KONDENZATORA"

Ivan Gutai¹, Dragan Pejić², Marjan Urekar³, Platon Sovilj⁴, Bojan Vujičić⁵, Nemanja Gazivoda⁶, Marina Subotin⁷, Stefan Mirković⁸, Đorđe Novaković⁹

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹gutai@uns.ac.rs, ²dragan.pejic@yahoo.com, ³marjanurekar@gmail.com, ⁴platon@uns.ac.rs, ⁵bojanvuj@uns.ac.rs, ⁶nemanjagazivoda@uns.ac.rs, ⁷marina.bulat@gmail.com, ⁸mirkovicst@gmail.com, ⁹n.djole.93@hotmail.com

Kratak sadržaj: U nastavnoj vežbi iz električnih merenja "Merenje velikih otpornosti metodom pražnjenja kondenzatora" koriste se digitalni multimetri. Da bi funkcionisanje mernih instrumenata uvek bilo usklađeno sa međunarodnim sistemom jedinica, potrebno je da merni instrumenti budu periodično etalonirani u akreditovanoj laboratoriji za metrologiju, i ovo, svakako, važi i za digitalne multimetre. U ovom radu je predstavljen postupak etaloniranja digitalnih multimetara u akreditovanoj Laboratoriji za metrologiju FTN.

Ključne reči: Edukacija / Etaloniranje / Metrologija / Akreditacija / Digitalni multimetri

CALIBRATION OF DIGITAL MULTIMETERS AS A PREREQUISITE FOR PERFORMING TEACHING PRACTICE TITLED „MEASUREMENT OF HIGH RESISTANCE USING CAPACITOR DISCHARGING METHOD“

Abstract: In teaching practice used in Electrical Measurement subject "High Resistance Measurement using Capacitor Discharging Method", digital multimeters are used. Digital multimeters, like any other measuring instruments, need to be compliant with the International Measuring System of Units. Periodically they need to be calibrated in an accredited Metrology Laboratory. In this paper, an operating manual for calibrating digital multimeters from an accredited Metrology Laboratory is described.

Key Words: Education / Calibration / Metrology / Accreditation / Digital multimeters

1. UVOD

U nastavnoj vežbi iz električnih merenja "Merenje velikih otpornosti metodom pražnjenja kondenzatora" [1] koriste se digitalni multimetri. Da bi funkcionisanje mernih instrumenata uvek bilo usklađeno sa međunarodnim sistemom jedinica, potrebno je da merni instrumenti budu periodično etalonirani u akreditovanoj Laboratoriji za metrologiju, i ovo svakako važi i za digitalne multimetre. U nastavku će biti opisano kako se tačno etalonira jedan digitalni multimerar i biće prikazan izgled naslovne strane Uverenja o etaloniranju. Takođe, dato je više detalja o etaloniranju digitalnih multimetara, koji su višedecenijskim iskustvom akreditovane Laboratorije za metrologiju postali deo standardnih procedura i imaju edukativan karakter.

2. ETALONIRANJE DIGITALNIH MULTIMETARA

Pored pravilnog korišćenja instrumenata, etaloniranje predstavlja jedan od osnovnih postupaka kojim se omogućava dugotrajn i pouzdan rad istih. Za potrebe etaloniranja digitalnih multimetara se koristi sledeća oprema: kalibrator Time Electronics 5025, digitalni multimeter HP 3458A, dekadna kutija otpornosti General Radio USA 1433-H, kao i set odgovarajućih kablova. Na svakom etaloniranom uređaju se proveravaju sledeće veličine: jednosmerna struja, jednosmerni napon, naizmenična struja, naizmenični napon, otpornost, frekvencija i po potrebi prikaz temperature. Prilikom povezivanja svih uređaja je potrebno voditi računa o opsezima i veličinama: na kalibratoru, laboratorijskom digitalnom multimetru i digitalnom multimetru koji se etalonira. Npr. pre zadavanja jednosmernog napona od 700 V, potrebno je proveriti sledeće: da li je kalibrator podešen da daje jednosmerni napon, da li je laboratorijski digitalni multimeter na opsegu za merenje jednosmernog napona i da li je digitalni multimeter koji se etalonira na opsegu za merenje napona i to jednosmernog. Takođe, kod etaloniranja strujnih opsega je potrebno dodatno obratiti pažnju na po dva strujna ulaza na digitalnim multimetrima, a najčešće se radi o ulazu na kom se može meriti do 400 mA i o ulazu na kom se može meriti do 10 A. Ključni dokument prema kom se

vrši etaloniranje je treća verzija EURAMET-ovog dokumenta "Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters" [2]. Napredniji digitalni multimetri se proveravaju u približno 100 tačaka, a akcenat je u većini slučajeva na: samom početku opsega, + 10 %, 50 % i + 90 % svakog opsega, kao i na - 10 % i - 90 % tamo gde je to moguće, npr. kod jednosmernih vrednosti napona i struje. Nakon etaloniranja, u bazu podataka se upisuju rezultati, nakon čega se dobija prikaz odstupanja izmerene vrednosti od zadate vrednosti, kao i merna nesigurnost za svaku tačku. Svako Uverenje o etaloniranju proveravaju i potpisuju dve osobe, da bi i uprkos repetitivnim radnjama mogućnost pogrešno prikazanog rezultata težila ka nuli. Uverenje omogućava korisniku instrumenta da utvrdi da li instrument radi ispravno i u klasi tačnosti, da li neki od opsega ne radi ili čak da li se negde pokazuju pogrešne vrednosti. Vrlo retko se dešava da instrumenti pokazuju pogrešne vrednosti, a u takvom slučaju to je dobar znak korisniku da treba da servisira instrument. Uverenje sadrži grupisane rezultate svih izmerenih veličina, a korisnik na vrlo pregledan način može da vidi rezultate za svaku veličinu i za svaki opseg. Ukoliko korisnika interesuje šta etalonirani digitalni multimetar pokazuje kada mu je zadat jednosmerni napon od 36 V, npr. može da vidi da je u opsegu od 40 V izmereno 35,98 V. Nakon toga i posle provere ostalih tačaka, može da bude siguran da uređaj radi u odgovarajućoj klasi tačnosti. Na Slici 1 je prikazan izgled naslovne strane Uverenja o etaloniranju.

Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Centar za metrologiju, Laboratorija za metrologiju

Broj: 15274

Datum: 12.2.2019. godine



UVERENJE O ETALONIRANJU

Naziv: Digitalni multimetar

Proizvođač: Fluke

Tip: 8846A

Serijski broj: 2090013

Imalac: Fakultet tehničkih nauka - Laboratorija za metrologiju, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad

Osnovna metrološka svojstva:
Digitalni multimetar sa 6 1/2 cifarskim displejom.

Datum etaloniranja: 12.2.2019

Mesto etaloniranja: Laboratorija za metrologiju

Uslovi etaloniranja:
Temperatura okoline: (23 ± 2) °C;
Relativna vlažnost vazduha: (45 ± 15) %.

Etaloniranje je izvršeno u skladu sa dokumentom EURAMET cg-15: Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters.

Metrološka sledivost:
Metrološka sledivost je obezbeđena do nacionalnih etalona Srbije, upotrebom etalona:
Digitalni multimetar, proizvođača Hewlett-Packard, tip HP 3458A, serijski broj 2823A01198, Uverenje o etaloniranju br. 393-2/1-01-1880/2 od 7.9.2018, Direkcija za mere i dragocene metale.

Etalonirao:

dr Bojan Vujičić, dipl. inž.

Rukovodilac Laboratorije:

dr Bojan Vujičić, dipl. inž.

Prilog: Rezultati etaloniranja

Strana 1 od 7

Adresa:
21000 Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 6

Telefon: (021) 48-52-569
Telefon: (021) 48-52-572
E-mail: bhm.et@uns.ac.rs

Slika 1. Naslovna strana Uverenja o etaloniranju

3. PRIKAZ REZULTATA MERENJA

Prilikom etaloniranja digitalnog multimetra generiše se velik broj rezultata. U Tabeli 1 su prikazani rezultati jedne od veličina, naizmeničnog napona.

Tabela 1 – Rezultati koji su dobijeni prilikom etaloniranja digitalnog multimetra, naizmenični napon

Frekvencija [Hz]	Pokazivanje etalona [V]	Opseg instrumenta [V]	Očitanje instrumenta [V]	Greška instrumenta [V]	Merna nesigurnost [V]
1,0E+3	10,000E-3	100E-3	10,007E-3	7E-6	121E-6
50E+0	90,000E-3		89,885E-3	-115E-6	157E-6
1,0E+3			89,963E-3	-37E-6	157E-6

20E+3			90,099E-3	99E-6	341E-6
50E+0	900,000E-3	1,0E+0	898,72E-3	-1,28E-3	508E-6
1,0E+3			899,55E-3	-450E-6	508E-6
20E+3			899,98E-3	-20E-6	1,4E-3
50E+0	1,00000E+0	10,0E+0	998,6E-3	-1,4E-3	543E-6
1,0E+3			1,0050E+0	5,0E-3	543E-6
50E+0	5,0000E+0		4,9955E+0	-4,5E-3	4,0E-3
1,0E+3			5,0003E+0	300E-6	4,0E-3
50E+0	9,0000E+0		8,9928E+0	-7,2E-3	5,4E-3
1,0E+3			9,0012E+0	1,2E-3	5,4E-3
50E+0	90,000E+0	100,0E+0	89,928E+0	-72E-3	85E-3
400E+0			90,008E+0	8E-3	85E-3
1,0E+3			90,010E+0	10E-3	85E-3
50E+0	675,00E+0	750E+0	674,56E+0	-440E-3	727E-3
400E+0			675,18E+0	180E-3	727E-3
1,0E+3			675,19E+0	190E-3	546E-3

Merna nesigurnost iskazana u Uverenju o etaloniranju je proširena merna nesigurnost, gde je standardna merna nesigurnost pomnožena faktorom obuhvata $k = 2$, što za slučaj normalne raspodele greške odgovara verovatnoći od približno 95 %.

4. OPTIMALAN PERIOD ZA ETALONIRANJE DIGITALNIH MULTIMETARA

Za svaki etalonirani instrument u Laboratoriji za metrologiju se izdaje Uverenje o etaloniranju, koje ima onoliko važenje koliko to propisuje sistem menadžmenta kvaliteta korisnika. Etaloniranje digitalnih multimetara, kao i sve merne opreme koja se koristi na vežbama, se periodično etalonira, u skladu sa propisima odgovarajućim za određene kategorije instrumentacije. Uobičajeni period za etaloniranje uređaja je period od godinu dana, a za specifične uređaje to može da bude i na svake tri godine.

5. PRIKAZ VELIČINA NA DIGITALNIM MULTIMETRIMA

Svi korisnici digitalnih multimetara su se susreli sa izrazom "kaunt", eng. count. Npr. najjeftiniji digitalni multimetri imaju 2000 kaunta. Kaunti predstavljaju digitalni ekvivalent podeoka analogne skale, u smislu da digitalni instrument ima prikaz od maksimalno 2000 podeoka, a koliko vredi svaki podeok, određuje se biranjem mernog opsega, npr. za opseg od 2 V, jedan podeok vredi 1 mV. Što je broj cifara i kaunta veći, bolja je rezolucija i preciznije je merenje. Možemo ovo uporediti sa analognim voltmetrom koji ima 100 podeoka na skali i merne opsege od 20 V i 2 V, uz pretpostavku da možemo očitati vrednosti i po pola podeoka dovoljno tačno, ekvivalentna rezolucija ovog analognog voltmetra bi bila 100 mV, odnosno 10 mV. Navedeni digitalni instrument ima 3 ½ cifre, što znači da može da maksimalno pokaže 3 cele cifre i prvu jedinicu, što odgovara maksimalnom prikazu od 1999, tj. 2000 kaunta. Ovo ne znači 3 ½ cifre, iako se često tako izgovara. Često se u literaturi pravi greška, pa se svi instrumenti sa manje od četiri cifre nazivaju 3 ½, što nije tačno. U Tabeli 2 je nekoliko primera koji pokazuju način određivanja broja cifara prema maksimalnom broju kaunta.

Tabela 2 – Način određivanja broja cifara prema maksimalnom broju kaunta

broj cifara	maksimalni prikaz	maksimalni broj kaunta
3 ½	1999	2000
3 ¾	3999	4000
3 %	5999	6000
4 ½	19999	20000
4 ¾	39999	40000
5 ½	199999	200000
5 ¾	299999	300000
6 ½	1999999	2000000

Maksimalno pokazivanje instrumenta na mernom opsegu 200 mV je 199.9 mV, za 2 V je 1.999 V, ili 1999 mV ako je opseg dat kao 2000 mV. Opseg od 1000 V bi mogao da prikaže 1999 V, pa bi tehnički trebao da piše opseg od 2000 V. Iz bezbednosnih razloga je propisano da nije dozvoljeno meriti preko 1000 V. To je urađeno da se korisnici ne bi dovodili u zabludu da je bezbedno meriti tako visoke napone. U Tabeli 3 su prikazani naponski merni opsezi i maksimalna prikazivanja napona.

Tabela 3 – Naponski merni opsezi i maksimalna prikazivanja napona

merni opseg	maksimalni prikaz
200 mV	199.9 mV
2 V	1.999V
20 V	19.99 V
200 V	199.9 V
1000 V	1999 V

Sa opsegom se menja i broj decimala koje se mogu prikazati zato što je broj cifara, kao i maksimalni broj kaunta uvek isti.

6. ZAKLJUČAK

Etaloniranje je postupak koji je neophodno vršiti u svrhu obezbeđenja ispravnog funkcionisanja merne instrumentacije, tj. njenog funkcionisanja u skladu sa međunarodnim sistemom jedinica. Akreditovana Laboratorija za metrologiju služi kao tehnička podrška Katedri za električna merenja na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije, na taj način što obezbeđuje nesmetano odvijanje laboratorijskih vežbi iz oblasti merno-informacionih tehnologija. Takođe, naučno-istraživački rad, zasnovan na korišćenju merne instrumentacije, nije moguće realizovati bez odgovarajućih periodičnih etaloniranja.

7. LITERATURA

- [1] Internet stranica <http://kelm.ftn.uns.ac.rs/elektricna-merenja/>
- [2] Internet stranica https://www.euramet.org/download/?tx_eurametfiles_download%5Bfiles%5D=20034&tx_eurametfiles_download%5Bidentifier%5D=%252Fdocs%252FPublications%252Fcalguides%252FEURAMET_cg-15_v_3.0_Guidelines_on_the_Calibration_of_Digital_Multimeters.pdf