

ETALONIRANJE FREKVENCMETARA KAO USLOV ZA IZVOĐENJE NASTAVNE VEŽBE: MERENJE FREKVENCije I FAZNE RAZLIKE OSCILOSKOPOM

Bojan Vujičić¹, Nemanja Gazivoda², Ivan Gutai³, Marjan Urekar⁴, Stefan Mirković⁵,
Marina Subotin⁶, Đorđe Novaković⁷

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

¹bojanvuj@uns.ac.rs, ²nemanjagazivoda@uns.ac.rs, ³gutai@uns.ac.rs, ⁴urekarm@uns.ac.rs, ⁵mirkovicst@uns.ac.rs,
⁶marina.bulat@uns.ac.rs, ⁷djordjenovakovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U nastavnoj vežbi, iz predmeta Električna merenja, pod nazivom "Merenje frekvencije i fazne razlike osciloskopom" koristi se funkcijski generator za generisanje signala različitih frekvencija. Radi provere i unapređenja kvaliteta vežbi vrši se periodično etaloniranje osciloskopa kao frekvenmetra. U ovom radu je predstavljen postupak etaloniranja frekvenmetara u akreditovanoj Laboratoriji za metrologiju, Fakulteta Tehničkih Nauka.

Ključne reči: Etaloniranje, Frekvecmetri, Merenje frekvencije

CALIBRATION OF THE FREQUENCY METERS AS A PREREQUISITE FOR EXERCISE: MEASURING FREQUENCY AND PHASE DIFFERENCE USING OSCILLOSCOPE

Abstract: In exercise, part of the subject Electrical measurements, named „Frequency and phase difference measurement using oscilloscope“, a function generator is used for generating signals of various frequencies. In order to check and improve the quality of the exercise a regular calibration of oscilloscope as frequency meter is carried out. In this paper a method for calibration of the frequency meters in accredited Laboratory for metrology of Faculty of Technical Sciences is presented.

Key Words: Calibration, Frequency meter, Measuring frequency

1. UVOD

Radi nesmetanog odvijanja vežbi predmeta Električna merenja [1], kao i svakog drugog predmeta potrebno je imati ispravnu i funkcionalnu instrumentaciju. Pored očiglednih zahteva za ispravnošću: ispravni (ne prekinuti) kablovi, mehanički preklopnici koji rade (uspostavljaju kontakt bez prekida), kazaljke na instrumentu se pokreću kada im se dovede merena veličina, treba proveriti i to da li je to što instrumenti pokazuju i zaista tačno. Jasno je da svako poređenje rezultata merenja jednog instrumenta sa drugim ukazuje na to da li obojica rade i koliko im se razlikuju rezultati. Ako su instrumenti slični ili isti (isti tip) postavlja se pitanje kome verovati. Nedoumicu o tome kome verovati i koliko pri različitim rezultatima merenja različitih instrumenata rešava se procesom etaloniranja.

2. ETALONIRANJE FREKVENCMETARA

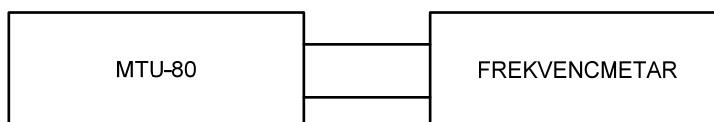
Laboratorija za metrologiju je akreditovana od starane Akreditacionog Tela Srbije (ATS) po standardu SRPS ISO 17025:2006. U okviru Obima laboratorije [2] može se videti da je laboratorija akreditovana da vrši etaloniranja uređaja koji generišu frekvenciju kao i uređaja koji mere frekvenciju - frekvenmetara. U uputstvu Q3.JIM.12 Etaloniranje frekvenmetara, - opisan je postupak etaloniranja kao i (trenutno) najbolje preformanse etaloniranja. Frekvenmetar, osciloskop koji se koristi u okviru vežbe "Merenje frekvencije i fazne razlike osciloskopom", kao i drugi instrumenti koji se koriste na vežbama, moraju se redovno etalonirati kako bi se obezbedilo poverenje u rezultate merenja dobijene na vežbama. Koliko često treba vršiti etaloniranja zavisi od vrste instrumenta kao i od toga koliko često se koristi. Laboratorija kao takva ne propisuje vremenske intervale za etaloniranje instrumenata koje ali generalan savet za većinu instrumentata koji se redovno koriste je godinu dana. Period etaloniranja glavnog etalona frekvencije MTU-80 iznosi 3 godine. Svake 3 godine Laboratorija šalje ovaj etalon u Direkciju za mere i dragocene materijale (DMDM) na etaloniranje. Ovaj period na prvi pogled može izgledati predugačak ali budući da se etalon ne koristi često, da je u posedu Laboratorije već nekoliko decenija i da postoje zapisi i analize njegove stabilnosti, ATS je prihvatio ovaj period kao adekvatan.

Merna oprema

Tabela 1. Spisak merne opreme za etaloniranje frekvencometara po uputstvu Q3.JIM.12

Oznaka	Naziv	Tip
	Matični kvarcni časovnik	MTU-80

Svi termini i definicije su u skladu sa SRPS ISO/IEC 9000:2001, SRPS ISO/IEC 17025:2006 i Međunarodnim rečnikom osnovnih i opštih termina u metrologiji. Etaloniranje se obavlja tako što se na ulaz frekvencometra koji se etalonira dovede signal pogodne frekvencije iz Matičnog kvarcnog časovnika (5 MHz).



Slika 1. šema povezivanja frekvencometra i matičnog časovnika MTU-80

Model izračunavanja greške izvora G_x :

$$G_x = f_x - (f_s + \Delta f)$$

f_x Frekvencija očitana na instrumentu koji se etalonira; f_s Frekvencija očitana na etalonskom instrumentu. Merna nesigurnost izvodi se iz sertifikata o etaloniranju etalona; ΔE_s Greška etalonskog instrumenta, utvrđena njegovim etaloniranjem.

Tabela 2. Tabela budžeta nesigurnosti rezultata etaloniranja frekvencometara

Veličina	Simbol	Ocena veličine	Merna nesigurnost	Tip merne nesigurnosti	Oblik raspodele verovatnoće	Osetljivost c_i	Doprinos mernoj nesigurnosti
Očitavanje frekvencije na instrumentu koji se etalonira	f_x						
Frekvencija, zadata etalonskim instrumentom	f_s			B	Pravougaona	1	
Korekcija etalona	Δf_s	0	$\frac{\Delta f_s}{\sqrt{3}}$	B	Pravougaona	1	$\frac{\Delta f_s}{\sqrt{3}}$
Greška etaloniranog instrumenta	G_x						

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

Broj: 12202

Datum: 21.12.2012. godine



UVERENJE O ETALONIRANJU

Naziv: Digitalni frekvencometar

Proizvođač: Philips

Tip: PM6661

Serijski broj: SM 5 1788

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

Osnovna metrološka svojstva:

Digitalni frekvencometar, mernog opsega od 80 MHz, rezolucije 1 Hz.

Datum etaloniranja:

Mesto etaloniranja:

Uслови etaloniranja:

Temperatura okoline: $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
Relativna vlažnost vazduha: $(65 \pm 5) \%$.

Etaloniranje je izvršeno u skladu sa dokumentom: Q3.JIM.12: Etaloniranje
merila i generatora frekvenije.

Metrološka sledivost:

Metrološka sledivost je obezbeđena do nacionalnih etalona Srbije, upotrebom
etalona:

Matični kvarcni časovnik, proizvođača Elektronska industrija, tip MTU-80,
serijski broj 80025, Uverenje o etaloniranju br. 2-302/17 od 19.12.2017,
Tehnički opitni centar.

Etalonirao:

Rukovodilac Laboratorije:

dr Zoran Mitrović, dipl. inž.

dr Bojan Vujičić, dipl. inž.

Prilog: Rezultati etaloniranja

Strana 1 od 2

Adresa:
21000 Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 6

Telefon: (021) 48-52-500
Telefon: (021) 48-52-572
E-mail: labmet@uns.ac.rs

Slika 2. Prva strana Uverenja etaloniranja frekvencometra

Broj: 12202

Prilog: rezultati etaloniranja

Veličina: Frekvencija

Pokazivanje etalona Hz	Opseg Instrumenta Hz	Odstanje instrumenta Hz	Greška Instrumenta Hz	*Merna nesigurnost Hz
5E+6	80E+6	5,000005E+6	5E+0	1,2E+0

*Merna nesigurnost iskazana u ovom Uverenju 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 %.

- Kraj Uverenja -

Strana 2 od 2

Slika 3. Druga strana Uverenja etaloniranja frekvencometra

Pored opreme navedene u ovom uputstvu (Q3.JIM.12) bitno je naglasiti da to nije i jedina oprema za kalibraciju frekvencometara kojom raspolaže laboratorija. Multifunkcijski kalibrator Time Electronics 5025 [4] kao i PHILIPS PM5142 takođe mogu da služe kao izvori frekvencije u mnogo širem frekvecijskom opsegu, doduše sa nešto slabijim metrološkim karakteristikama.



Slika 4. Generatori frekvencije: Philips PM5142, Matični časovnik MTU-80,
multifunkcijski kalibrator Time Electronics 5025

Nedavna nabavka najnovijeg i modernijeg (2019 godina) multimetra FLUKE 8588A [5] otvara vrata unapređenju karakteristika Laboratorije na praktično svim poljima metrologije.

3. ZAKLJUČAK

Planovi za razvijanje Laboratorije za metrologiju su da ubuduće kao i dosad pruža podršku predmetu Električna merenja kao i njemu sličnim predmetima. Naravno pored ove primarne funkcije nastaviće i stalni naučno istraživački rad, inoviranje znanja i provere sopstvenog rada, saradnju sa srodnim laboratorijama i metrološkim organizacijama kao i prenošenje znanja i iskustva drugima. Laboratorija za metrologiju Fakulteta tehničkih nauka je trenutno u procesu prelaska na novi standard: SRPS ISO/IEC 17025:2017. Uz kontinualno unapređenje sistema menadžmenta, nabavke nove i moderne opreme kao i edukaciji zaposlenih, Laboratorija će nastaviti da bude podrška razvoju i unapređenju studentskih vežbi, a sve zarad unapređenju kvaliteta studija u celini.

4. LITERATURA

- [1] M. Urekar, D. Pejić: *Laboratorijski praktikum iz predmeta Električna merenja*, Merenja u elektronici i Električna i elektronska merenja u industriji, skripta, FTN, Novi Sad, 2019.
- [2] <http://www.registar.ats.rs/predmet/638/>
- [3] Q3.JIM.12 *Etaloniranje frekvencimetara* – radno uputstvo Laboratorije za metrologiju, FTN, 2013.
- [4] <https://www.timeelectronics.com/multifunction-calibrators/5025e-multifunction-calibrator/>
- [5] <https://us.flukecal.com/products/electrical-calibration/bench-multimeters/8588a-reference-multimeter>