

## TRANSFER ETALON ZA ETALONIRANJE TERMOPRETVARAČKIH GLAVA OD 100 kHz DO 50 MHz

*Zoran Zindović, Zoran Sofranac, Zoran Knežević*

*Tehnički opitni centar u Beogradu*

**Sadržaj** - Transfer etalon za merenje faktora baždarenja termopretvaračkih glava u opsegu od 100 kHz do 50 MHz komponovan je od AC/DC termopretvarača HP 11050A i razdelnika snage HP 11549A. AC/DC korekcija određena je komparacijom sa etalonima VJ. U radu su prikazani rezultati merenja.

### 1. UVOD

Transfer etalon za merenje faktora baždarenja termopretvaračkih glava u opsegu od 100 kHz do 50 MHz formiran je Tehničkom opitnom centru u Beogradu u metrološkoj laboratoriji ML-01 za potrebe metrološke laboratorije ML-02. Nemogućnosti etaloniranja termopretvaračkih glava u ovom opsegu u zemlji, a u poslednjih nekoliko godina i u svetskim metrološkim laboratorijama, osnovni je razlog formiranja ovog etalona. Kod formiranja transfer etalona korišćeni su iz ML-01 primarni etaloni za RF napon VJ AC/DC termopretvarač Ballantine 1396A-1 (atest NIST iz 1988.), AC/DC termopretvarač Ballantine 1394A-1 (atest SESC iz 1988.), kao i radni etalon AC/DC termopretvarač Hewlett Packard 11050A.

### 2. NAPONSKI TERMOPRETVARAČI

Ballantine model 1394A-1 je RF-DC termopretvarač u opsegu 0,2 V do 1,3 V, ulazne impedanse 200 Ω. Omogućava tačno merenje naizmeničnog napona korišćenjem AC/DC transfer tehnike. Koristi se za etaloniranje AC i RF voltmetara i merenje frekvencijskih karakteristika generatora i merača do 100 MHz.

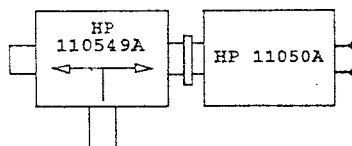
Za razliku od ovog modela, Ballantine model 1396A-1 je RF-DC termopretvarač u opsegu 0,2 V do 1,3 V, ulazne impedanse 200 Ω, koji poseduje frekvencijski kompenzovani termoelement koji je ugrađen u T-konektoru, koji je sastavni deo tela termopretvarača. "50 Ω-standardni izlaz" koristi se za etaloniranje RF voltmetara kao standardni izvor poznatog RF napona do 1 GHz.

AC/DC termopretvarač HP 11050A (opseg 1 V, ulazne impedanse 50 Ω) konvertuje naizmenični električni napon u jednosmerni, proporcionalan rms vrednosti ulaznog napona do 10 MHz. Korišćenjem korekcionne tablice omogućeno je pokrivanje opsega do 100 MHz.

### 3. TRANSFER ETALON

Transfer etalon za merenje faktora baždarenja termopretvaračkih glava prikazan je na slici 1. Formiran je

od razdelnika snage HP 11549A i AC/DC termopretvarača HP 11050A na jednom kraju razdelnika. Neophodno je

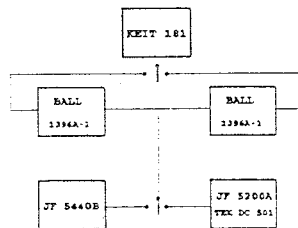


Sli.1. Transfer etalon

odrediti AC/DC razlike u opsegu od 100 kHz do 50 MHz za Transfer etalon (ne samo za AC/DC termopretvarač HP 11050A).

### 4. MERNÁ METODA

Blok šeme za određivanje AC/DC razlike Transfer etalona za merenje faktora baždarenja termopretvaračkih

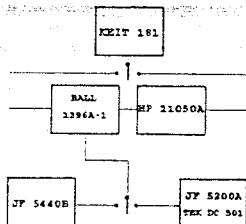


Sli.2. Određivanje korekcije za Ball 1396A-1 pomoću Ball 1394A-1

glava u opsegu od 100 kHz do 50 MHz prikazane su na slikama 2, 3 i 4. AC napon je generisan pomoću kalibratora John Fluke 5200A (do 1 MHz) i generatora Elektronix DC501 (do 50 MHz). DC napon je generisan pomoću kalibratora John Fluke 5440B. Iziadni DC napon je meren nanovoltmetrom Keithley 181. Merni proces je automatizovan i kontrolisan računarnom. Merenje je obavljeno u tri koraka:

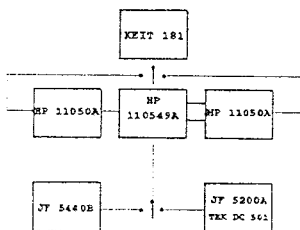
u prvom koraku su određene AC/DC razlike za AC/DC termopretvarač BALL 1396A-1 do 30 MHz, pomoću AC/DC termopretvarača BALL 1394A-1 korišćenjem poznatih korekcija iz atesta SESC-a (slika 2).

- u drugom koraku su određene AC/DC razlike za AC/DC termopretvarač HP 11050A do 50 MHz, pomoću AC/DC termopretvarača BALL 1396A-1 korišćenjem korekcija izračunatih u prvom koraku i korekcije prema atestu NIST-a na 50 MHz (slika 3). Prema slici 3, AC/DC termopretvarač HP 11050A je priključen na referentnom položaju koji odgovara kraju "N female" konektora priključenog na standardni izlaz termopretvarača.



Sl.3. Održavanje korekcije za HP 11050A pomoću Ball 1396A-1

- u trećem koraku su određene AC/DC razlike za formirani Transfer etalon do 50 MHz, pomoću AC/DC termopretvarača HP 11050A iz drugog koraka, korišćenjem korekcije izračunate u drugom koraku (slika 4).



Sl.4. Održavanje korekcije za transfer etalon pomoću HP 11050A

## 5. OBRADA REZULTATA MERENJA

Rezultati merenja prikazani su u tabeli 1. Merenja su vršena na frekvencijama 1 MHz, 30 MHz i 50 MHz za koje laboratorija poseduje atest NIST-a i atest SESC-a iz 1988. godine, kao i na frekvencijama 100 kHz, 300 kHz i 10 MHz. Nesigurnosti AC/DC korekcije termopretvarača 1396A-1 prema atestu NIST-a na 50 MHz iznosi 0,5 %. Nesigurnosti AC/DC korekcije termopretvarača 1394A-1 prema atestu SESC-a na 1 MHz iznosi 0,1 %, a na 30 MHz 0,2 %.

U tabeli 1 je data i procenjena ukupna nesigurnost računata kao srednja kvadratna greška. Uračunate su sve parcijalne greške: greška generisanja i merenja DC napona, greška kratkotrajne stabilnosti generisanja RF napona, slučajna greška merenja kao i nesigurnosti AC/DC korekcije termopretvarača prema atestima NIST-a i SESC-a.

Tabela 1. Obradjeni rezultati merenja

f (MHz)	AC/DC razlika (%)	nesig. (%)
0.1	- 0.01	0.03
0.3	- 0.02	0.03
*1	- 0.05	0.10
10	- 0.08	0.25
*30	- 0.45	0.25
*50	- 0.04	0.50

\* atest

## 6. ZAKLJUČAK

Formiranje transfer etalona za merenje faktora baždarenja termopretvaračkih glava u opsegu od 100 kHz do 50 MHz ostvareno je u metrološkoj laboratoriji ML-01 u Tehničkom opitnom centru u Beogradu za potrebe metrološke laboratorije ML-02. Etalon za baždarenje termopretvaračkih glava do 50 MHz ne postoji u metrološkom sistemu SZMDM, a pošto etaloniranje u inostranstvu u ovom periodu nije bilo moguće, ovako koncipiran transfer etalon se nametnuo kao jedino rešenje u ovom trenutku.

## LITERATURA

- [1] *Thermal Transfer Devices*, Instruction Manual, BALL, Septembar 1982.
- [2] *Thermal Converters 11049A, 11050A, 11051A*, OPERATING AND SERVICE MANUAL, HP, January 1973.
- [3] S. Suruliz, Z. Šofranac, "Komparacija etalona RF napona i snage od 50 MHz do 1 GHz", XL Konferencija za ETRAN, 1996., Budva, strana 234-235.

Abstract - The Transfer standard for measurement of Thermocouple power sensor calibration factor in the range from 100 kHz to 50 MHz is composed of AC/DC Thermal converter HP 11050A and Power splitter HP 110549A. AC/DC Difference is determined by comparison with military standards. Results of measurement are presented in this paper.

## TRANSFER STANDARD FOR CALIBRATION THERMOCOUPLE POWER SENSORS FROM 100 kHz TO 50 MHz

Zoran Zindović, Zoran Šofranac, Zoran Knežević