

AUTOMATIZOVANI SISTEM ZA KOMPARACIJU AC/DC TERMOPRETVARAČA

Z. Zindović

Tehnički opitni centar u Beogradu

I. UVOD

U metrološki najrazvijenijim zemljama sveta za najtačnija merenja i kao primarni nacionalni etaloni, AC napona i struje u frekvencijskom opsegu od nekoliko herca do nekoliko desetina megaherca, koriste se AC/DC termopretvarači (u daljem tekstu TP).

Osnovni elementi TP-a su ulazni atenuator i termoelement koji se sastoji od grejne niti i termopara.

Sekvencijalnim priključivanjem AC i DC napona na ulaz TP-a i merenjem odgovarajuće temperaturne razlike grejne niti termoparom, može se odrediti odnos AC i DC napona. Greška merenja AC napona, s obzirom da se DC napon može meriti sa greškom koja je reda 1×10^{-6} , zavisiće uglavnom od greške određivanja AC/DC razlike (AC/DC difference).

Sistemi za komparaciju AC/DC termopretvarača određuju AC/DC razliku jednog TP-a ukoliko je ista karakteristika drugog TP-a poznata.

Za dobijanje najboljih karakteristika sistema neophodna je njegova automatizacija, pre svega zbog potrebe da se merenja ponavljaju u tačno određenim vremenskim intervalima. Automatizacija podrazumeva upotrebu računara, izradu softvera i merna sredstva koja se mogu kontrolisati računarnom.

U ovom radu opisan je originalno realizovan automatizovani sistem za komparaciju TP-a.

II. TEORIJSKI OSNOVI RADA SISTEMA

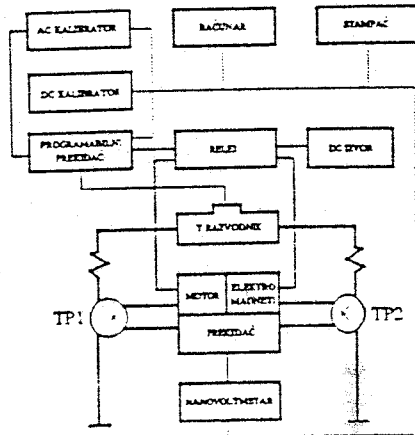
Blok šema realizovanog sistema data je na slici 1.

Proces komparacije počinje merenjem relativnih strmina ulazno-izlaznih karakteristika oba TP-a. Merenje se vrši za relativne promene ulaznog napona od 0,1 %, u seriji od 5 merenja.

Nastavak procesa komparacije TP-a je podeljen u tri serije merenja. U svakoj od serija se sekvencijalno, na paralelno vezane ulaze dovode AC, +DC, -DC, i AC naponi približno istih efektivnih vrednosti.

U prvoj seriji se vrši merenje izlaznih napona TP₂ pri ulaznim naponima nominalne vrednosti.

U drugoj seriji merenja se korigovanjem napona DC kalibratora vrši tzv. balansiranje sistema, kojim treba postići da izlazni naponi TP₂ za ulazne AC i DC napone, posle korekcije, budu jednaki.



Slika 1: Blok šema automatizovanog sistema za komparaciju AC/DC termopretvarača

Korekcija napona DC kalibratora dV određuje se iz relacije:

$$dV = (E_1 - E_2) \cdot V / (N_2 \cdot E_1)$$

gde je:

E_1 - izlazni napon TP₂ za DC ulazni napon iz prve serije merenja.

E_2 - srednja vrednost izlaznih napona TP₂ za AC ulazni napon iz prve serije merenja.

V - nazivna vrednost ulaznog DC napona.

N_2 - relativna strmina ulazno-izlazne karakteristike TP₂.

U trećoj seriji se mere izlazni naponi TP₂. Korigovanjem rezultata merenja iz treće serije, razlika AC/DC razlika Δ se izračunava iz relacije:

$$\Delta = (E_{m1} - E_{m2}) / N_1 \cdot E_{m1}$$

gde je:

E_{m1} - srednja vrednost izlaznih napona TP₂ za AC ulazne napone iz treće serije merenja.

E_{m1} - srednja vrednost korigovanih izlaznih napona TP₁ za DC ulazne napone iz treće serije merenja.

N_1 - strmina ulazno-izlazne karakteristike TP₁.

Korigovanje izlaznih napona za DC ulazne napone, u trećoj seriji merenja, vrši se radi eliminisanja greške komparacije, koja je posledica nepotpunog balansiranja sistema. Korekcija zavisi od rezultata merenja iz druge serije i relativnih strmina ulazno-izlaznih karakteristika oba TP-a.

III. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SISTEMA

Sistem sačinjavaju sledeća merna sredstva: kalibrator za AC napon Fluke 5200A, kalibrator za DC napon Fluke 5440B, nanovoltmetar Keithley 181, programabilni prekidač Wavetek 604 i prekidač sa malim termonaponima Guildline 9154A kod koga je originalnim konstruktivnim rešenjem omogućeno upravljanje preko računara HP 9825.

Merni sistem je potpuno automatizovan i zahteva prisustvo metrologa samo pri upisivanju napona komparacije.

Frekvencijski opseg od 10 Hz do 1 MHz je podeljen u 7 memih tačaka.

Vreme trajanja komparacije je 50 min i za to vreme se izvrši 1024 merenja izlaznog napona TP-a.

Svaki merni rezultat se dobija usrednjavanjem 10 mernih rezultata i izračunava standardna devijacija pojedinačnih rezultata merenja.

Sistematska greška merenja AC/DC razlika procenjena je na samo 0,22 % (Ako je izmerena AC/DC razlika TP-a 0,01 % određena sa sistematskom greškom od 0,22 %, onda je nesigurnost merenja AC napona sa istim termopretvaračem samo $0,22 \times 10^{-4}$.)

Merenja koja su vršena sa dva TP-a, proizvodnje Ballantine, tip 1394H-20 u posebnoj termoizolacionom kućistu pokazala su da je standardna devijacija pojedinačnih rezultata na $f=1$ kHz jednaka $2,7 \times 10^{-4}$.

Sistem omogućava precizno određivanje i drugih karakteristika AC/DC termopretvarača bitnih za postupak komparacije i njihovu upotrebu kao što su: uticaj temperature okoline, određivanje optimalnog vremena između trenutka priključenja ulaznog napona i trenutka merenja izlaznog napona, uticaj elektromagnetskih smetnji, pomeranja nule nanovoltmetra i termonapona, zavisnost relativne strmine ulazno-izlazne karakteristike od ulaznog napona i druge.

IV. ZAKLJUČAK

U radu su, ukratko, dati teorijski osnovi rada, elementi i tehničke karakteristike potpuno automatizovanog sistema za komparaciju AC/DC termopretvarača.

Softver i delovi hardverskih rešenja su originalni. Procenjena sistematska greška sistema je 0,22 %.

Standardna devijacija pojedinačnih rezultata merenja razlike AC/DC razlika, na $f=1$ KHz je $2,7 \times 10^{-4}$.

LITERATURA:

[1] Zindović, Z., *Automatizovani sistem za komparaciju AC/DC termopretvarača*, Magistarski rad, ETF-Beograd, juli 1990.

[2] E.S. Williams, *A Thermoelement Comparator for Automatic AC-DC Difference Measurement*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. IM-29, No. 4, pp 405-409, december 1980.

[3] E.S. Williams, *Thermal Voltage Converters and Comparator for Very Accurate AC Voltage Measurements*, Journal of Research of the NBS, Vol.75c, pp 682-691, July-December 1971.

Abstract: The theory, basic parts and technical characteristics of fully automated AC/DC thermal converters comparison system are presented.

Software and some parts of hardware are originally solutions.

The systematic error of system is estimated to be about 0,22 %.

Standard deviation of measured AD/DC differences at 1 kHz is $2,7 \times 10^{-4}$.

AN AUTOMATED SYSTEM FOR COMPARISON AC/DC THERMAL CONVERTERS, Zindović, Z.