

PROIECTAREA ȘI ASAMBLAREA INSTALAȚIEI DE TESTARE AUTOMATĂ A MICROÎNCĂLZITOARELOR

Adrian BÎRNAZ ^{1*},
Nicolai ABABII ²

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică,
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, grupa MN-161, Chișinău, Republica Moldova

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică,
Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Bîrnaz, Adrian, adrian.birnaz@ee.utm.md

Rezumat. În această lucrare este prezentată o instalație de laborator elaborată care are ca scop studierea în regim automat a proprietăților microîncălzitoarelor, cu puterea de până la 45 W. Instalația permite automatizarea procesului de cercetare a parametrilor microîncălzitoarelor, precum: înregistrarea datelor achiziționate, prelucrarea lor în timp real, posibilitatea și transmiterea datelor la distanță, având un cost de producție redus în comparație cu instalațiile industriale similare. Se prezintă și se descrie schema bloc și schema electrică principală, iar rezultatele funcționării instalației s-au efectuat asupra unui microîncălzitor comercial.

Cuvinte cheie: microîncălzitor, măsurarea temperaturii, automatizare, senzor de gaz.

Introducere

Pentru obținerea unui răspuns înalt a senzorilor pe baza de oxizi semiconductori la diferite concentrații ale gazului, de obicei, este necesar de ridicat temperatura de funcționare a acestuia în intervalul 150 – 350 °C [1-2]. Realizarea acestei sarcini se efectuează cu ajutorul unor instalații specializate, care au posibilitatea de setare a temperaturii și menținerea acesteia pe o perioadă îndelungată de timp dar și consum redus de energie [2-4].

O problemă este integrarea senzorilor în dispozitive finite, staționare sau portabile, fiind necesară utilizarea unor încălzitoare industriale sau construite artizanal, care nu sunt eficiente, încadrarea lor pe scară largă fiind nerentabilă sau relativ dificilă [3-4].

La moment se cercetează o varietate de microîncălzitoare [3-4], parametrii cărora vor fi ajustați la necesitățile curente. Proprietățile acestor microîncălzitoare trebuie cercetate în laborator și efectuate măsurările necesare. Acesta este un proces care durează în timp, iar perioada cercetărilor asupra proprietăților unui singur microîncălzitor fiind în jur de 3 – 4 ore, de aceea automatizarea este benefică pentru aceste studii.

Sinteza instalației

În Tabelul 1 sunt prezentați parametri tehnici ai instalației elaborate.

Tabelul 1

Parametrii tehnici ai instalației

Parametrul	Diapazonul
Diapazonul de tensiune	2 – 30 V
Pasul minim de reglare a tensiunii	1×10^{-3} V
Rezistența minimă a microîncălzitoarelor testate	20 Ω
Măsurarea temperaturii microîncălzitorului în diapazonul	0 – 400 °C
Setarea timpului de reglare a tensiunii	10 – 3600 s
Setarea timpului de termostabilizare a microîncălzitorului	10 – 3600 s
Setarea manuală a tensiunii	2 – 30 V
Colectarea și transmiterea datelor în timp real	

În Figura 1(a) este prezentată imaginea digitală a instalației proprii elaborate în această lucrare. Schema bloc, compusă din 11 blocuri principale utilizate în instalație, este prezentată în Figura 1(b), fiecare bloc având următoarele funcții și parametri:

Blocul 1 – ”Circuit de achiziționare a temperaturii microîncălzitorului” – ca element traductor este utilizat termorezistorul PT100 [5]. Pentru transformarea rezistenței în tensiune și ajustarea valorii acestei tensiuni la tensiunea de referință a convertorului analogic digital, care constituie 2.56 V, este utilizat un amplificator instrumental asamblat din elemente discrete și puntea de măsurare Wheatstone. Ca amplificatoare operaționale sunt utilizate amplificatoarele operaționale de precizie OP07CP [6];

Blocul 2 – ”Circuit de achiziționare a tensiunii aplicate microîncălzitorului” – este format dintr-un divizor de tensiune;

Blocul 3 – ”Circuit de achiziționare a curentului aplicat microîncălzitorului” – este un șunt format dintr-un rezistor cu coeficient termic redus, aproximativ 50 ppm·°C. Amplificarea semnalului preluat de pe șunt și ajustarea la tensiunea de referință a convertorului analogic digital, este realizată prin intermediul unui amplificator instrumental;

Blocul 4 – ”Circuit de comandă pentru motorul pas cu pas” – pentru lucrul motorului pas cu pas este necesar un curent mai mare decât pot asigura ieșirile microcontrolerului. Această problema a fost rezolvată prin intermediul microcircuitului ULN2003A [7], care este format din 8 tranzistoare Darlington amplasate într-o carcasă DIP14;

Blocul 5 – ”Motor pas cu pas” – motorul pas cu pas ajustează rezistența unui rezistor variabil care la rândul său v-a seta tensiunea de ieșire a sursei reglabile stabilizate de tensiune. Modelul motorului este 28BYJ-48 [8], tensiunea de lucru egală cu 5 V, unghiul pasului de rotare egal cu 5.625°/64;

Blocul 6 – ”Sursă reglabilă, stabilizată de tensiune” – este compusă din 4 stabilizatoare de tensiune reglabile integrate LM317 [9]. Acest microcircuit asigură un curent de ieșire până la 1.5A, reglarea tensiunii de ieșire în diapazonul 2 – 30 V, tensiunea de pulsație maxim 1 mV;

Blocul 7 – ”Rețea fără fir” – permite conectarea de la distanță a calculatorului pentru transmiterea datelor și dirijarea instalației;

Blocul 8 – ”Magistrală serială universală” – permite conectarea la calculator pentru transmiterea datelor și dirijarea instalației;

Blocul 9 – ”Circuit de dirijare a sistemului de răcire activ” – ajustează în timp real, viteza de rotație a ventilatorului care răcește radiatoarele destinate pentru disiparea călduri;

Blocul 10 – ”Bloc de dirijare a resurselor energetice” – este constituit din mai multe circuite care formează tensiunile necesare pentru alimentarea celorlalte blocuri;

Blocul 11 – ”Microcontroler” – Este utilizat microcontrolerul pe 32 de biți, Atmega32A [10]. Rezoluția convertorului analogic digital încorporat este de 2^{10} .

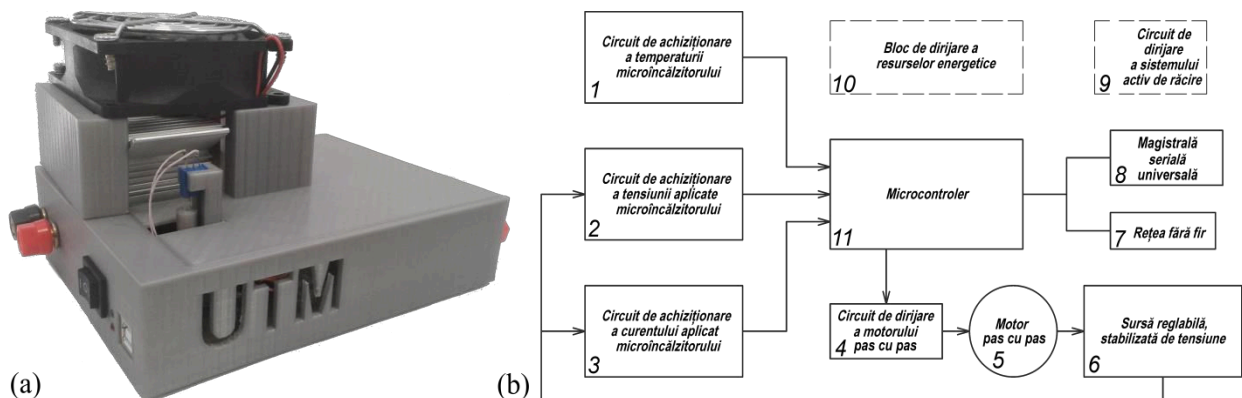


Figura 1. (a) Imaginea digitală și (b) schema bloc a instalației automate de testare a microîncălzitoarelor

În conformitate cu schema bloc a instalației automate de testare a microîncălzitoarelor, este elaborată sechema electrică principală, prezentată în Figura 2.

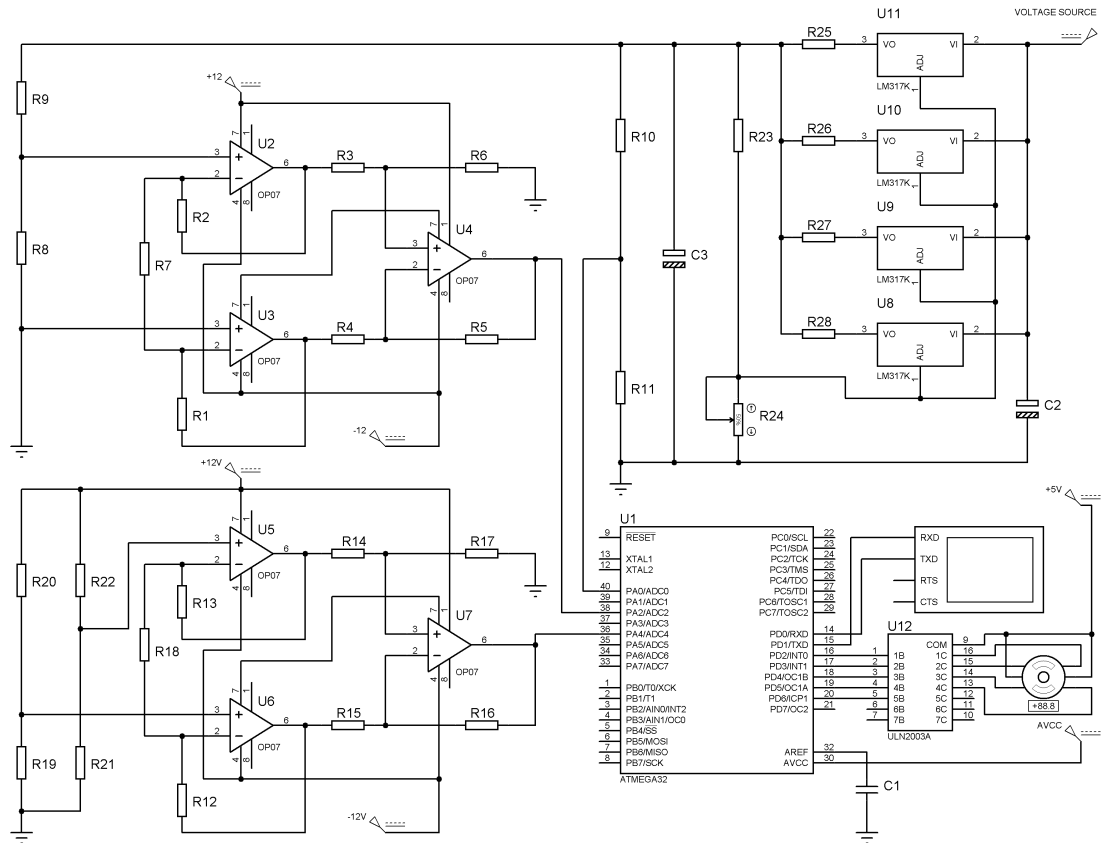


Figura 2. Schema electrică principală a instalației automate de testare a microîncălzitoarelor

Testarea microîncălzitorului industrial pe bază de polimeri

În procesul de testare și ajustare a instalații elaborate, au fost măsurate parametrii unui microîncălzitor comercial. Din datele obținute în urma efectuării acestui proces au fost construite graficele care sunt prezentate în Figura 3.

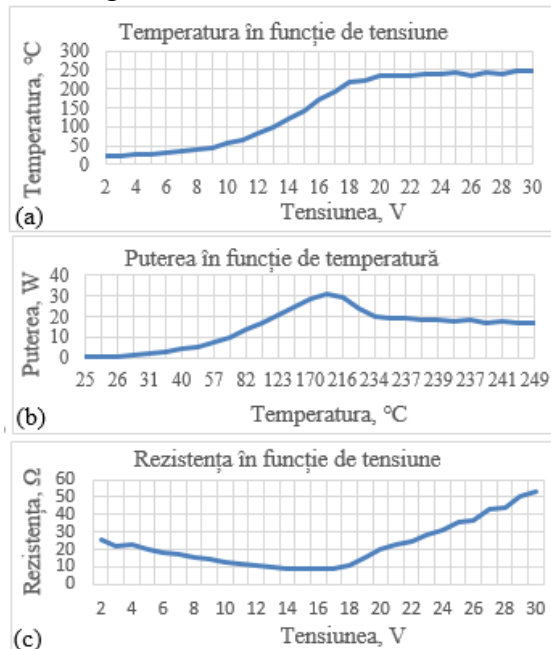


Figura 3. (a) Variația temperaturii încălzitorului pe bază de polimeri în funcție de tensiunea aplicată pe microîncălzitor. (b) Puterea consumată de microîncălzitorul pe bază de polimeri în funcție de temperatura proprie. (c) Rezistența încălzitorului pe bază de polimeri în funcție de tensiunea aplicată.

Din rezultatele prezentate în Figura 3(a), se observă că la atingerea temperaturii proprii de aproximativ 250 °C majorarea ulterioară a tensiunii aplicate pe senzor nu duce la o creștere

concomitentă a temperaturii, lucru datorat particularităților acestui tip de încălzitor. Ca confirmare a celor expuse mai sus, se vor analiza rezultatele prezentate în Figura 3(b). Odată cu atingerea temperaturii proprii de aproximativ 250°C, puterea consumată de microîncălzitor rămâne practic constată.

Concluzii

În urma proiectării, elaborării și utilizării acestei instalații în cadrul cercetării proprietăților microîncălzitoarelor s-a reușit automatizarea procesului de studiu. Datorită automatizării acestui proces datele necesare sunt obținute mai rapid, iar erorile provocate de factorul uman sunt excluse. Posibilitatea de creare a modelelor predefinite, prin setarea parametrilor măsurării, permite studierea detaliată a unei game vaste de microîncălzitoare.

Mulțumiri. A. Bîrnaz este recunoscător Universității din Kiel, Nanomateriale Funcționale, Germania pentru stagiul de practică din anul 2019, în special echipei profesorului Adelung, și Universității Tehnice a Moldovei îndeosebi prof. univ. dr. hab. Lupan Oleg pentru sprijin constant.

Cercetările au fost parțial finanțate de Universitatea Tehnică a Moldovei, de către proiectul STCU și Academia de Științe a Moldovei prin Grantul 6229.

Referințe:

1. SIEBERT, L., LUPAN, O., MIRABELLI, M., ABABII, N., TERASA, M.-I., KAPS, S., CRETU, V., VAHL, A., FAUPEL, F., ADELUNG, R. 3D-Printed Chemiresistive Sensor Array on Nanowire CuO/Cu₂O/Cu Heterojunction Nets. In: *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2019, 11, pp. 25508–25515.
2. SIEBERT, L., WOLFF, N., ABABII, N., TERASA, M.-I., LUPAN, O., VAHL, A., DUPPEL, V., QIU, H., TIENKEN, M., MIRABELLI, M., SONTEA, V., FAUPEL, F., KIENLE, L., ADELUNG, R. Facile Fabrication of Semiconducting Oxide Nanostructures by Direct Ink Writing of Readily Available Metal Microparticles and their application as Low Power Acetone Gas Sensors. In: *Nano Energy*, 2020, 70, pp. 104420.
3. BARONCINI, M., PLACIDI, P., CARDINALI, G.C., SCORZONI, A. Thermal characterization of a microheater for micromachined gas sensors. In: *Sensors and Actuators A*, 2004, 115, pp. 8–14.
4. BRIAND, D., KRAUSS, A., SCHOOT, B., WEIMAR, U., BARSAN, N., GOPEL, W., ROOIJ, N.F. Design and fabrication of high-temperature micro-hotplates for drop-coated gas sensors. In: *Sensors and Actuators B*, 2000, 68, pp. 223–233.
5. PT100-Temperature-Sensors. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/PT100%20Temperature%20Sensor%20Datasheet.pdf
6. OP07x Precision Operational Amplifiers. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/op07c.pdf>
7. ULN200x, ULQ200x High-Voltage, High-Current Darlington Transistor Arrays. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2003a.pdf>
8. 28BYJ-48 – 5V Stepper Motor. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/28byj48-step-motor-datasheet.pdf
9. LM317 3-Terminal Adjustable Regulator. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317.pdf>
10. ATmega32A. [online]. [accesat 2.28.2020]. Disponibil: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega32A-DataSheet-Complete-DS40002072A.pdf>