

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00732

(22) Data de depozit: 02.10.2014

(41) Data publicării cererii:
29.05.2015 BOPi nr. 5/2015

(71) Solicitant:

- UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" DIN CLUJ-NAPOCA, STR. MIHAIL KOGĂLNICEANU NR.1, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- INCDO-INOE 2000 - FILIALA INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU INSTRUMENTAȚIE ANALITICĂ, STR. DONATH NR.67, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:

- PETREUȘ DORIN MARIUS, STR. PLOIEȘTI NR. 27, AP. 5, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

- ETZ RADU, STR. MAIOR AVRAM ZENOVIE NR. 3, MEDIAȘ, SB, RO;
- PĂTĂRĂU TOMA MIHAI, STR. ANDREI ȘAGUNA NR. 285, SAT BOITA, BOITA, SB, RO;
- FRENȚIU TIBERIU, STR. MANĂȘTUR NR. 89, BL. E10, SC. 2, AP. 33, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- DARVAȘI EUGEN, CALEA FLOREȘTI, NR.81, BL.V5, SC.5, AP.139, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- CADAR SERGIU IULIAN, STR.MIGDALULUI NR.14, AP.20, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) **METODĂ ȘI DISPOZITIV ELECTRONIC DE CONTROL AL TEMPERATURII UNUI FILAMENT METALIC PRIN MĂSURARE INDIRECTĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv electronic de control al temperaturii unui filament metalic, prin măsurare indirectă. Metoda de control a temperaturii unui filament metalic, conform invenției, constă din determinarea rezistenței filamentului pe baza valorilor măsurate ale tensiunii pe filament și a intensității curentului prin filament, compararea rezistenței cu o valoare de referință, și aducerea acesteia la valoarea de referință care corespunde unei temperaturi dorite, conform unei caracteristici de variație a rezistenței cu temperatura. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un convertor (5) coborât de tensiune în configurație sincronă, cu două elemente de comutație și un circuit de control numeric reprezentat de un microcontroler (2), în care comanda celor două elemente de comutație este realizată prin intermediul unui semnal modulat în factor de umplere, a cărui durată a palierului pozitiv este calculată de microcontrolerul (2) pe baza unui algoritm, și este aplicată elementelor de comutație printr-un driver (4), sarcina convertorului fiind reprezentată de un filament (1) metalic a cărui tensiune este măsurată cu ajutorul unui traductor (6), și transmisă microcontrolerului (2) printr-un convertor (ADC2) analog-numeric, iar curentul prin filament (1) este măsurat utilizând un traductor (7) de curent, și este

transmis microcontrolerului (2) printr-un alt canal al convertorului analog-numeric, un canal de comunicație bidirecțional fiind stabilit între microcontroler (2) și un computer (3) pe care este instalată o aplicație pentru utilizator.

Revendicări: 5
Figuri: 4

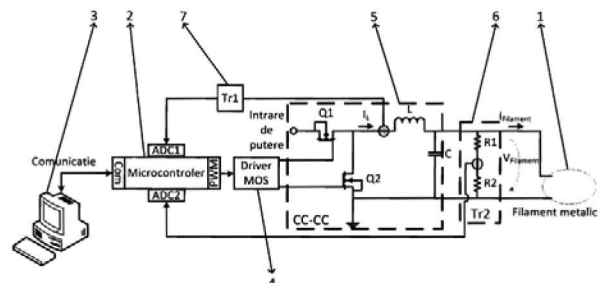


Fig. 1



Metodă si dispozitiv electronic de control al temperaturii unui filament metalic prin măsurare indirectă

Invenția se referă la o metodă și un dispozitiv electronic care implementează un algoritm de control al temperaturii unui filament metalic utilizând o sursă de alimentare comandată numeric. Pentru determinarea valorii temperaturii nu sunt utilizați senzori de temperatură aceasta fiind măsurată indirect. Metoda și dispozitivul electronic sunt utilizate în principal în domeniul chimiei analitice pentru procese de uscare și vaporizare a probelor în analize de spectrometrie multielementală dar pot fi folosite și în: aplicații care necesită valori ridicate ale temperaturii filamentului metalic; aplicații în care controlul temperaturii filamentelor metalice la temperaturi mari nu poate fi realizat folosind senzori de temperatură uzuali; aplicații de vaporizare în care este necesară respectarea unui șablon de temperaturi; aplicații în medii puternic perturbative și aplicații mobile de analiză spectrală multielementală unde consumul de putere este determinant.

O metodă utilizată pentru vaporizarea probelor în aplicații de spectrometrie folosește cuptoare cu grafit. Dezavantajele acestor cuptoare sunt: necesitatea unei purități ridicate a carbonului, ceea ce duce la un preț ridicat; depozitarea carbonului pe torța plasmei; necesitatea unor surse de alimentare complexe și de dimensiuni mari care nu le fac pretabile pentru aplicații mobile.

În literatura de specialitate există metode de control a temperaturii pentru filamente metalice bazate pe surse de alimentare fără a utiliza senzori de temperatură. Acestea utilizează metoda voltampermetrică pentru determinarea puterii ce trebuie debitată de sursă pentru a obține o anumită temperatură a filamentului metalic [1, 2]. Dezavantajul acestei metode este acela că valorile temperaturii nu pot fi determinate cu precizie, din cauza îmbătrânirii filamentului, depunerilor de elemente din probe pe filament și a curenților gazelor din instalație.

O altă metodă prezentă în literatură utilizează surse comerciale de tensiune cărora li se adaugă capabilități de comunicare cu un computer [3], pentru a putea controla puterea debitată de sursă în corelație cu proprietățile electrice ale filamentului. Dezavantajul acestei metode este acela că valorile temperaturii nu pot fi controlate cu precizie din cauza lipsei unei bucle cu reacție negativă.

Metoda propusă elimină o parte din aceste dezavantaje prin introducerea unei bucle de control cu reacție negativă bazată pe raportul dintre valorile măsurate ale tensiunii pe filament și curentului prin filament.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este de a realiza un control al temperaturii utilizând o buclă cu reacție negativă bazat pe:

-raportul între valorile măsurate ale tensiunii pe filament și curentului prin filament;

-caracteristicile rezistență temperatură pentru un anumit tip de filament, caracteristici pe baza cărora se obțin ecuațiile implementate în interfața utilizator a sursei de alimentare controlate numeric.

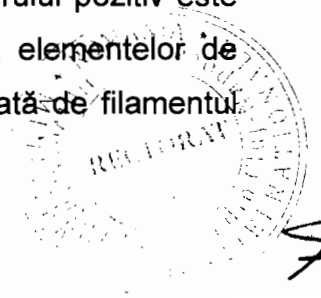
Algoritmul propus oferă un control precis al temperaturii fără a utiliza senzori de temperatură și elimină dezavantajele metodei voltampermetrice prin faptul că este disponibilă informație despre rezistența filamentului pe toată durata funcționării. Astfel se elimină influența cantității probei și a factorilor de mediu precum curenții gazelor din instalația de analiză spectrală.

Metoda de control a temperaturii prin măsurarea indirectă a acesteia utilizând o sursă de alimentare comandată numeric, conform invenției, înlătură dezavantajele soluțiilor cunoscute prin aceea că folosește informația despre curentul prin filament și tensiunea pe filament pentru a determina valoarea rezistenței filamentului în fiecare pas al algoritmului (b) și implementează controlul temperaturii printr-o metodă de căutare a valorii rezistenței corespunzătoare unei anumite valori a temperaturii.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1-4 care reprezintă:

- fig.1 Schema simplificată a dispozitivului de vaporizare.
- fig. 2 Exemplificarea algoritmului de control al temperaturii.
- fig. 3 Organigrama algoritmului de control.
- fig. 4 Varianta de implementare a dispozitivului de control al temperaturii cu măsurarea indirectă a acesteia.

Sursa de alimentare pentru vaporizator conform invenției este formată dintr-un convertor coborâtor de tensiune în configurație sincronă (5) cu două elemente de comutație și un circuit de control numeric reprezentat de un microcontroler (2). Comanda celor două elemente de comutație este realizată prin intermediul unui semnal modulat în factor de umplere (PWM) a cărui durată a palierului pozitiv este calculată pe baza algoritmului de către microcontroler și aplicată elementelor de comutație printr-un driver (4). Sarcina convertorului este reprezentată de filamentul



metalic al vaporizatorului (1). Tensiunea pe filamentul metalic este măsurată prin intermediul unui traductor (6) și transmisă microcontrolerului printr-un convertor analog numeric (ADC2) iar curentul prin filament este măsurat utilizând un traductor de curent (7) fiind transmis microcontrolerului prin alt canal al convertorului analog numeric (ADC1). Curentul prin bobina este măsurat cu același traductor de curent (7) pentru implementarea algoritmului de control al convertorului coborâtor de tensiune bazat pe metoda valorii medii a curentului prin bobină. Un canal de comunicație bidirecțional este implementat între microcontroler (2) și un computer pe care este instalată aplicația utilizator (3).

Pentru implementarea algoritmului de control indirect al temperaturii este prezentată următoarea metodologie:

- 1) Este necesară măsurarea tensiunii pe filament și a curentului prin filament;
- 2) Pe baza acestor măsurători este calculată valoarea rezistenței;
- 3) Controlarea temperaturii prin impunerea puterii debitate de sursa de alimentare pe baza valorii rezistenței de referință.

Pe baza acestei metodologii temperatura este controlată indirect prin menținerea rezistenței filamentului la valoarea corespunzătoare temperaturii prescrise.

În fig. 2 se poate urmări algoritmul de control al temperaturii. fig. 2 a) prezintă relația rezistență-temperatură și modul în care este determinată valoarea de referință a rezistenței. Pe baza valorilor măsurate ale tensiunii pe filament și ale curentului prin filament este calculată valoarea rezistenței filamentului R_{calc} . În fig. 2 b) se observă răspunsul algoritmului de căutare a valorii rezistenței în urma prescrierii unei valori R_{ref} diferită de valoarea inițială a rezistenței filamentului R_{init} .

Astfel algoritmul poate fi considerat un algoritm de căutare a valorii rezistenței filamentului corespunzătoare temperaturii presetate. Variabila de proces în acest caz este rezistența filamentului. Funcționarea algoritmului de control este prezentată pentru două cazuri posibile: $R_{calc} > R_{ref}$ și $R_{calc} < R_{ref}$, unde R_{ref} este rezistența determinată pe baza caracteristicii temperatură-rezistență iar R_{calc} este rezistența filamentului calculată în fiecare pas al algoritmului pe baza valorilor eșantionate ale tensiunii pe filament și curentului prin filament.

În primul caz după calcularea $R_{calc} = V_{filament} / I_{filament}$, și comparării cu R_{ref} , R_{calc} va fi incrementat cu valoarea pasului dR (a). Valoarea pasului este determinată în corelație cu performanțele dinamice impuse și inerția termică a filamentului. Această valoare este într-o strânsă legătură cu perioada pasului algoritmului dT (b).



În cel de-al doilea caz când $R_{calc} < R_{ref}$, R_{calc} va fi decrementat cu valoarea pasului dR (a). Acest proces de comparare, incrementare/decrementare este executat cu perioada algoritmului de căutare (b) al rezistenței filamentului corespunzătoare valorii temperaturii prescrise.

Prin aplicarea acestei invenții se obțin următoarele avantaje:

- realizarea controlului temperaturii unui filament metalic la temperaturi înalte fără utilizarea unui senzor de temperatură;
- generarea precisă, controlată numeric, a comenzii sursei de alimentare responsabilă cu debitarea puterii necesară filamentului;
- posibilitatea de a implementa diferite profiluri de temperatură cu durate de timp variabile;
- se elimină influența cantității probei și a factorilor de mediu precum curenții gazelor din instalația de analiză spectrală.
- utilizarea în sisteme mobile cu consum redus de energie;
- minimizarea efectelor tranzitorii și a perturbațiilor datorate schimbării parametrilor de lucru;
- posibilitatea de a utiliza diferite materiale pentru realizarea filamentului fără a modifica algoritmul de control.

Bibliografie:

1. Z. F. Queiroz, P. V. Oliveira, J. A. Nobrega, C. S. Silva, I. A. Rufini, S. S. Sousa, F. J. Krug, *Surface and gas phase temperatures of a tungsten coil atomizer*, *Spectrochim. Acta Part B*, 57 (2002), pp. 1789-1799.
2. A. Virgilio, C. K. Healy, J. A. Nobrega, B. T. Jones, G. L. Donati, *Evaluation of atomizer conditioning and pyrolysis and atomization temperature control to improve procedures based on tungsten coil atomic emission spectrometry*, *Microchemical Journal*, 110 (2013), pp. 758-763.
3. K. Levine, K. A. Wagner, B. T. Jones, *Low-cost. modular electrothermal vaporization system for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry*, *Appl. Spectrosc.*, 52 (1998), pp. 1165-1171.



Revendicări

1. Metoda de control a temperaturii unui filament utilizând o sursă de alimentare comandată numeric prin microcontroler, **caracterizată prin aceea că**, puterea debitată de aceasta este reglată pe baza unui algoritm de căutare a rezistenței filamentului corespunzătoare unei temperaturi impuse de utilizator bazat pe faptul că valoarea tensiunii pe filament și a curentului prin acesta sunt măsurate de traductorul (5) respectiv traductorul (6) iar prin procesarea datelor rezultă rezistența filamentului care este comparată în fiecare pas al algoritmului cu valoarea rezistenței de referință calculată din caracteristica de variație a rezistenței cu temperatura a filamentului.
2. Dispozitivul electronic de control al temperaturii unui filament metalic prin măsurare indirectă utilizând o sursă comandată numeric prin metoda conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, prin interfața utilizator instalată pe un computer (7) se înregistrează valoarea temperaturii pe baza căreia este determinată referința de rezistență transmisă microcontrolerului (2) care comandă prin driverul MOS (3) convertorul coborâtor de tensiune CC-CC (1) care controlează puterea în filament ceea ce face ca temperatura filamentului să atingă valoarea prescrisă de utilizator.
3. Dispozitivul de control al temperaturii unui filament metalic prin măsurare indirectă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, măsurarea curentului prin traductorul de curent (7) asigură informația necesară pentru calculul valorii rezistenței filamentului în algoritm cât și pentru implementarea controlului convertorului CC-CC (5).
4. Dispozitivul de control al temperaturii unui filament metalic prin măsurare indirectă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, microcontrolerul (2) acceptă modificarea prin interfață a parametrilor timp și temperatură asigurând diferite profile de încălzire (uscare, evaporare).
5. Metoda de control a temperaturii unui filament metalic prin măsurare indirectă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, oferă o imunitate ridicată la variațiile condițiilor de lucru prin implementarea buclei de control a temperaturii cu reacție negativă în variantă numerică eliminând influența cantității probei și a factorilor de mediu precum curenții gazelor din instalația de analiză spectrală.



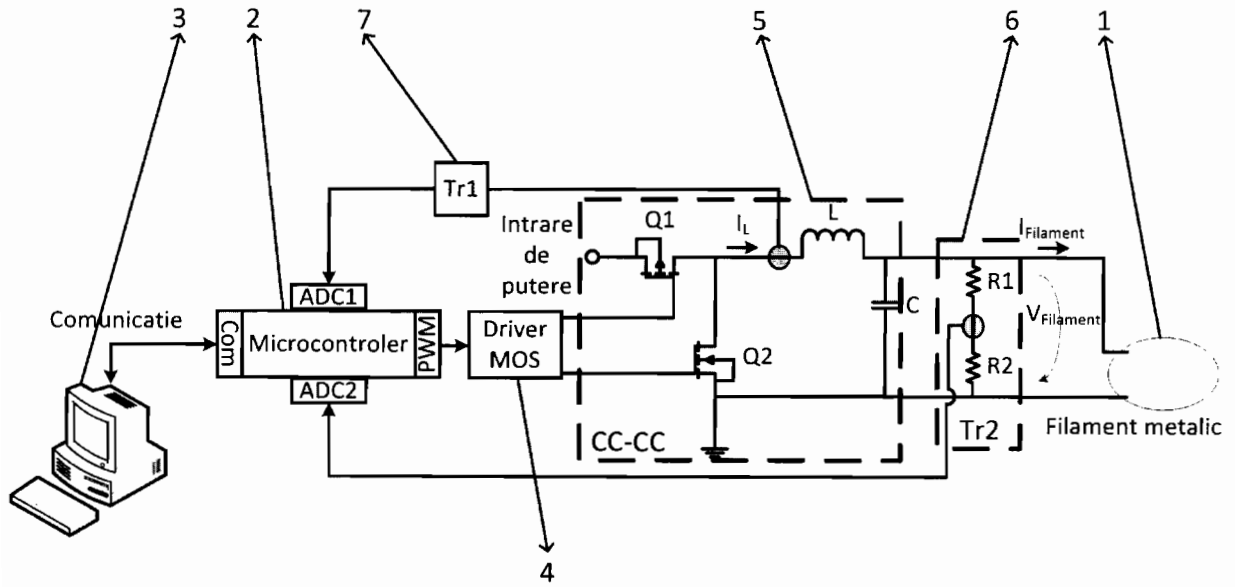


Fig.1

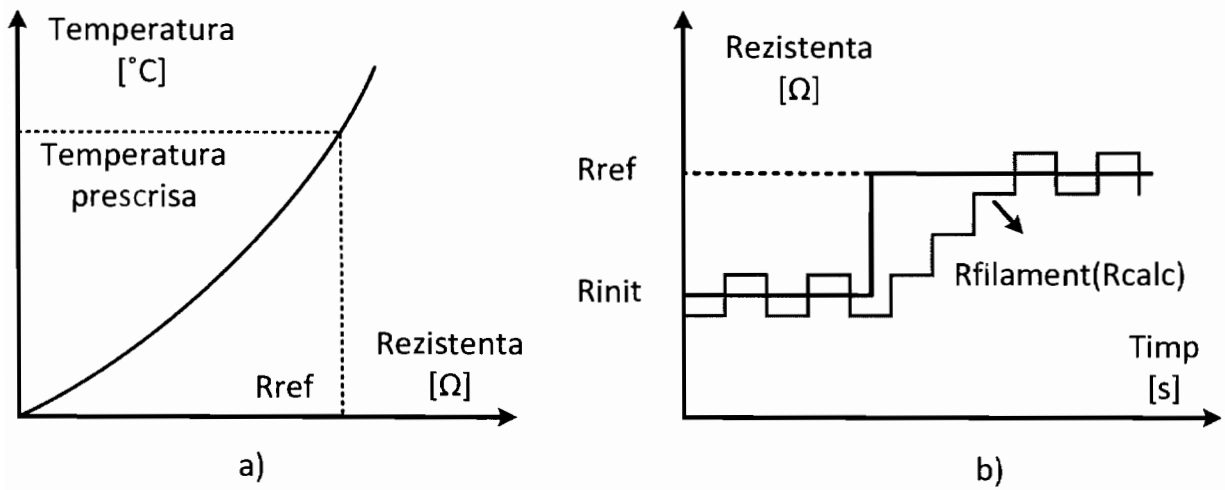


Fig. 2



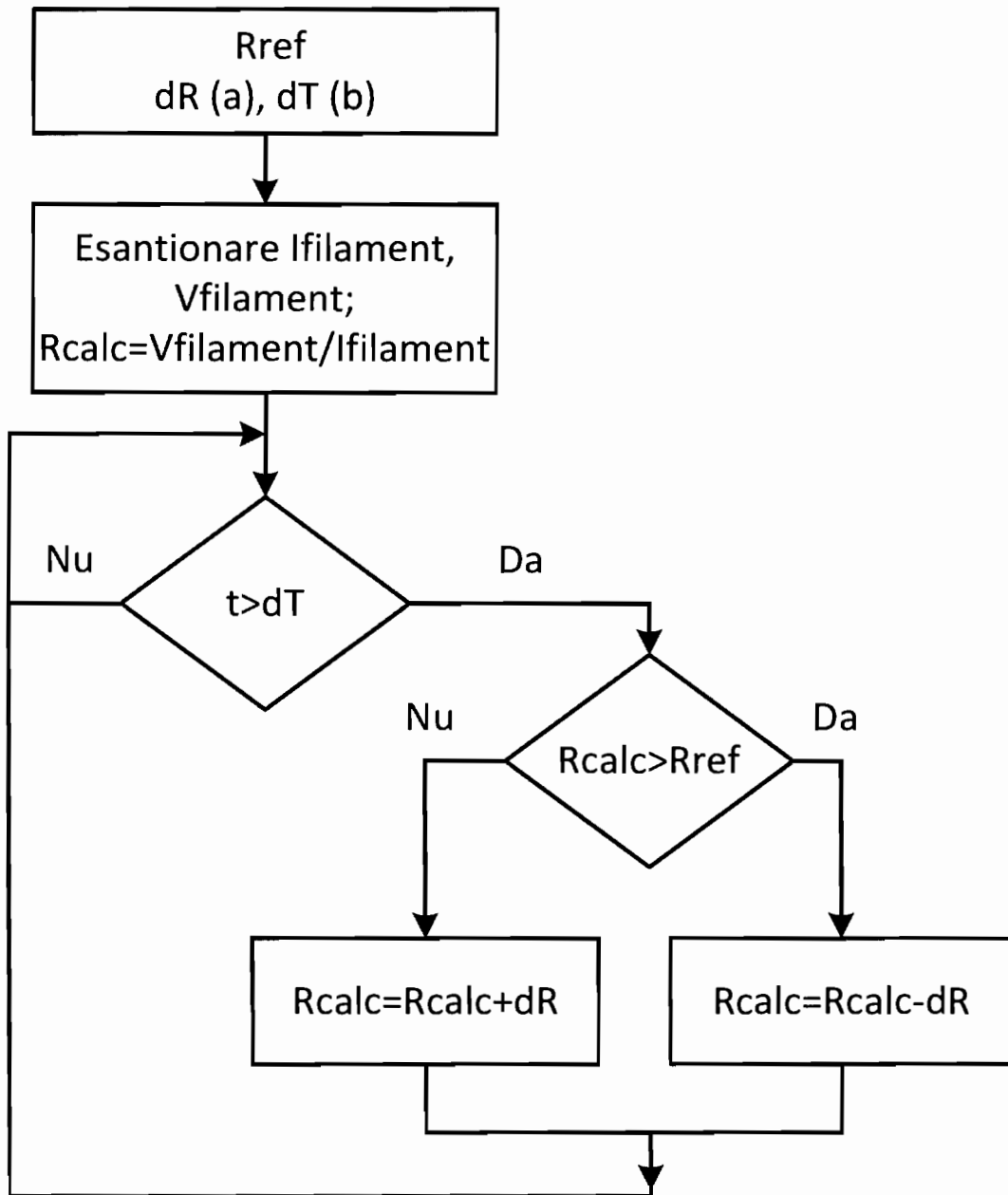


Fig. 3



Fig. 4

