



MD 3897 G2 2009.04.30

REPUBLICA MOLDOVA

(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3897 (13) G2

(51) Int. Cl.: H01B 13/06 (2006.01)

G01R 1/28 (2006.01)

G01R 1/30 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2007 0269

(22) Data depozit: 2007.10.08

(45) Data publicării hotărârii de
acordare a brevetului:

2009.04.30, BOPI nr. 4/2009

(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(72) Inventator: DIMITRACHI Nicolae, MD

(73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la turnarea firelor conductoare sau semiconductoare în izolație.

Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare, de exemplu, a unui microfir conductor în izolație de sticlă, constă în extinderea acestuia dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un camp electromagnetic de frecvență înaltă și bobinarea microfirului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat. Măsurarea secțiunii microfirului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfir turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat. Această ramură este conectată la intrarea neinvertor a amplificatorului operațional. Circuitul în

2

serie format din bobina cu microfir etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfir turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfir etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfir măsurat. Tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se insumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formand tensiunea sumară măsurată $U_\Sigma = U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci cand $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfir etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

Revendicări: 1

Figuri: 3

MD 3897 G2 2009.04.30

Descriere:

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la turnarea firelor conductoare sau semiconductoare în izolație.

5 Este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor la frecvențe supraînalte cu utilizarea ghizilor de undă deschiși, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor plasat în deschiderea antenei unde se iradiază cu unde electromagnetice. Secțiunea firului conform acestui procedeu se determină prin măsurarea coeficientului de reflecție sau a coeficientului de undă staționară [1].

10 Dezavantajele acestui procedeu sunt sensibilitatea redusă, care pentru o funcționare normală necesită o putere majorată a generatorului de semnal de măsurare, iar obiectul măsurat nu poate fi ecranat. Aceasta cauzează erori de măsurare esențiale, deoarece semnalul măsurat este puternic influențat de câmpul electromagnetic al altor surse de câmp electromagnetic. Dezavantajele enumerate limitează mult aplicarea practică a procedurii cu utilizarea ghizilor de undă deschiși.

15 Mai este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor la frecvențe ultraînalte, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor măsurat, unde ghidul de undă deschis este înlocuit cu ghid de undă închis. Ghidul de undă în acest caz reprezintă o linie coaxială de rezonator de volum, a cărui fir intern îl constituie firul conductor măsurat. Secțiunea firului conform acestui procedeu se determină prin măsurarea rezistenței de intrare a ghidului de undă cu care secțiunea firului se găsește într-o relație destul de complicată [2].

20 Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că firul măsurat se introduce în ghidul de undă prin două găuri perforate. Introducerea firului în ghid după această metodă este complicată din punct de vedere tehnologic, iar în caz de turnare a firului din topitură de metal în stare de suspensie este practic imposibilă. Dispozitivele de racordare a ghidului de undă sunt foarte complicate, mai mult ca atât, ele micșorează esențial sensibilitatea la semnalul de măsurare; procesul de măsurare este complicat și cere mult timp; impedanța caracteristică a ghidului de undă este foarte mică, ce influențează de asemenea negativ sensibilitatea.

25 Mai este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii unui fir conductor conform metodei de interacțiune a câmpului electromagnetic de frecvență supraînaltă cu firul măsurat, în care firul măsurat se introduce în ghid printr-o tăietură executată în corpul ghidului. Acest fapt simplifică mult introducerea firului în el [3].

30 Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că însuși prezența izolației pe fir în acest caz ca și în cazurile precedente, influențează negativ precizia măsurării. Secțiunea firului se determină de asemenea și prin măsurarea rezistenței de intrare în ghid prin relația:

$$R_{in} = 2 \cdot \frac{h_g^2}{a \cdot b} \rho \cdot \sin^2 \frac{2\pi}{\lambda_b} \cdot d$$

35 unde a, b sunt dimensiunile liniare ale secțiunii de ghid; ρ - rezistența caracteristică; λ_b - lungimea de undă a semnalului măsurat în ghid; d - distanța dintre microfir și pistonul de racordare a ghidului de undă; h_g - înălțimea efectivă radiatoare a porțiunii de microfir în ghid. După cum afirmă autorii lucrării, mărimea h_g la condiții egale depinde de diametrul microfirului d și, ca urmare, rezistența de intrare a ghidului de undă variază în funcție de diametrul microfirului. Însă în lucrare nu se arată această funcție. Mai mult ca atât, nici nu se analizează eroarea măsurării. Totodată, utilizarea semnalelor de frecvență supraînaltă ca semnal măsurător în condiții reale de turnare a microfirului conductor în izolație din topitura de metal în stare de suspensie este practic imposibilă. Menționăm că prin măsurarea rezistenței liniare a microfirului pe unitate de lungime se poate aprecia și secțiunea S a microfirului conform relației $S = \rho l/R$, unde R - rezistența microfirului cu lungimea l, ρ - rezistența specifică a materialului microfirului. Pentru a măsura cu o precizie mai înaltă rezistența liniară a microfirului și, corespunzător, a secțiunii lui, bobina cu microfir trebuie exclusă din circuitul de măsurare.

45 Soluția cea mai apropiată este procedeu de măsurare a rezistenței liniare a microfirului, în care bobina cu microfir tras intră în componența dipolului în serie măsurat, compus din porțiunea microfirului măsurat și bobina cu microfir, considerând bobina cu microfir ca un element pur capacitiv, rezistența capacitivă a căruia la frecvența semnalului de măsurare este considerată nulă. Prin aceasta autorii invenției admit că rezistența dipolului măsurat este constituită doar din rezistența măsurată a porțiunii microfirului. În realitate impedanța bobinei cu microfir este o mărime complexă, diferită de zero la orice valori de rezistență r și capacitate C pe o unitate de lungime a microfirului, precum și a frecvenței ω semnalului de măsurare, deoarece impedanța electrică echivalentă a bobinei este:

$$Z = \operatorname{Re} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} + \operatorname{Im} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} \neq 0 \quad [4].$$

55 Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că neglijarea impedanței Z ce intră în componența dipolului măsurat în serie cu porțiunea microfirului, secțiunea căruia se măsoară la frecvența de semnal de măsurare și valoarea capacității C practic posibilă, aduce la erori de măsurare a rezistenței r și, corespunzător, a secțiunii S microfirului de zeci de procente.

Problema invenției solicitate constă în excluderea impedanței electrice echivalente a bobinei aflate în componența dipolului măsurat, ceea ce permite măsurarea numai a porțiunii impuse de microfîr și permite, prin urmare, măsurarea indirectă a secțiunii microfîrului prin măsurarea rezistenței reale a unei porțiuni a acestuia.

5 Procedeul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în extinderea unui microfîr conductor în izolație dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un câmp electromagnetic de frecvență înaltă, bobinarea microfîrului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfîr turnat, și măsurarea secțiunii microfîrului. Noutatea invenției constă în aceea că
10 măsurarea secțiunii microfîrului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfîr turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfîr etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfîr măsurat și bobina cu microfîr turnat, această ramură fiind conectată la intrarea
15 neinversoare a amplificatorului operațional, circuitul în serie format din bobina cu microfîr etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfîr măsurat și bobina cu microfîr turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfîr turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfîr etalon și $U_r = i(t)r$ pe porțiunea de microfîr măsurat; tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formand tensiunea sumară măsurată
20 $U_s = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r + Z_x]$, care atunci când $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfîr etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a instalației de măsurare a rezistenței pe o porțiune a microfîrului;
- fig. 2, schema simbolică (a) și electrică echivalentă (b) a circuitului de formare a semnalelor (tensiunilor) pe componentele circuitului măsurător;
25 - fig. 3, schema simbolică, care reprezintă raportul dintre fazele semnalelor ce cad pe componentele electrice ale circuitului de măsurare, ce acționează la intrările amplificatorului operațional și a celor aduse la ieșirea lui.

Exemplu de realizare a invenției.

În fig. 3 este reprezentată schema în care se arată în formă simbolică raportul dintre valorile și fazele
30 tensiunilor U_0 , U_r și U_x , formate de curentul $i(t)$ în circuitul din fig. 2, b și aplicate la intrarea amplificatorului operațional, precum și raportul dintre valorile și fazele acestor tensiuni la ieșirea amplificatorului, care este conectat ca un repetor de tensiune. Din fig. 2, b se vede că, conform legăturilor electrice ale circuitului în serie compus din Z_0 , r și Z_x cu amplificatorul operațional utilizat, la intrarea diferențială a amplificatorului acționează tensiunea U_0 , iar la intrarea lui neinversoare acționează suma tensiunilor $U_r + U_x$. Deoarece
35 amplificatorul este conectat ca repetor de tensiune, tensiunea U_0 la ieșirea lui este repetată după valoare și defazată la π , iar tensiunile $U_r + U_x$ la ieșire sunt repetate atât după valoare, cât și după fază (fig. 3). Datorită acestui fapt, la valoarea $Z_x = Z_0$ și, corespunzător, $Z_x i(t) = Z_0 i(t)$, tensiunea la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieșA_0} = r i(t) Z$ care la $i(t) = \text{const}$, $l = \text{const}$ este proporțională cu r și invers proporțională cu S_x , unde S_x este secțiunea microfîrului turnat.

40 Instalația pentru realizarea procedurii este prezentată prin schema bloc (fig. 1). Instalația este formată dintr-o bobină cu microfîr etalon 1, un tub de sticlă 2, o preformă de metal 3, introdusă în tubul de sticlă, un generator de putere de frecvență înaltă 4, dotat cu un inductor 5, care topește capătul preformei introdus în
45 campul electromagnetic al lui, formând o topitură de metal 6, o carcasă metalică 7, pe care se bobinează microfîrul 8 tras din topitură, un mecanism 9 ce rotește carcasa 7 de preluare a microfîrului 8, un amplificator operațional 10 cu două intrări: una inversoare (-) și alta neinversoare (+), cuprins cu o rețea de reacție negativă compusă din două rezistoare egale 11 și 12, un instrument de măsurare 13, unit cu ieșirea
50 amplificatorului și o sursă de curent 14, unde capătul liber al microfîrului etalon din ultimul strat al bobinei 1 este unit cu capătul liber al rezistenței 11 și ieșirea caldă a sursei de curent 14, iar carcasa acestei bobine este unită electric cu intrarea neinversoare a amplificatorului 10 și preforma 3, ultima, prin intermediul topiturii de metal 6 și a porțiunii de microfîr măsurat 15, ce se găsește între topitură și carcasă 7, este unită cu bobina cu microfîr turnat 16 de pe carcasă 7, rotită de mecanismul 9. Carcasa 7 și borna rece a sursei de curent 14 sunt unite la masă. La ieșirea amplificatorului 10 este unit instrumentul măsurător 13, gradat în unități de secțiune.

Instalația pentru măsurarea indirectă a secțiunii de microfîr în procesul de turnare a lui funcționează în modul următor.

55 Preforma 3 se introduce în tubul de sticlă 2 și se fixează în așa mod ca capătul ei de jos împreună cu capătul de jos al tubului de sticlă 2 să se găsească în câmpul electromagnetic maximal al inductorului 5. Se alimentează generatorul 4 ce asigură putere necesară pentru topirea capătului preformei, introdus în inductorul 5, formând topitura de metal 6. După ce se alimentează sursa de curent 14, amplificatorul 10 și mecanismul 9, cu o tijă de sticlă se atinge de partea de jos a topiturii de metal și se trage în jos. În consecință,
60 se formează un capilar de sticlă topită umplut cu metal topit, care și este microfîrul turnat. Capătul microfîrului se anină de carcasa 7 rotită de mecanismul 9, formând bobina cu microfîr turnat 16. Prin alegerea regimului corespunzător al generatorului 4 se asigură secțiunea microfîrului tras, care este egală cu secțiunea microfîrului etalon de pe bobină 1. Datorită unirii electrice a bobinei 1 cu rezistența electrică echivalentă Z_0 (fig. 2) și a bobinei 16 cu rezistența electrică echivalentă Z_x , prin intermediul preformei, topiturii de metal și a

porțiunii de microfîr măsurat 15 cu rezistența echivalentă r_l (cu rezistența preformei și a topiturii se neglijează) se formează un circuit în serie prin care trece curentul $i(t)$ condiționat de sursa 14. Curentul $i(t)$ trecând prin aceste elemente formează pe ele căderi de tensiune, respectiv: pe impedanța Z_0 formează tensiunea $U_0 = Z_0 i(t)$, pe rezistența r_l - tensiunea $U_r = r_l i(t)$ și pe impedanța Z_x - tensiunea $U_x = Z_x i(t)$, toate fiind aplicate la intrarea amplificatorului 10. Tensiunile U_0 , U_r și U_x se însumează și după convertizarea lor de amplificator operațional 10 (fig. 3), la ieșirea lui, tensiunile U_x și U_0 , atunci când $Z_x = Z_0$, se compensează reciproc. Datorită acestui fapt, tensiunea rezultantă la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieș} = U_{\Sigma} = r_l i(t) \sim r$ și invers proporțională cu secțiunea S_x a microfîrului turnat $U_{ieș} \sim S_x^{-1} = S_0^{-1}$. Tensiunea $U_{ieș}$ se înregistrează cu instrumentul măsurător 13 (fig. 1).

(57) Revendicări:

15 Procedeu de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare, de exemplu, a unui microfîr conductor în izolație de sticlă, care constă în extinderea acestuia dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un camp electromagnetic de frecvență înaltă, bobinarea microfîrului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfîr turnat, și măsurarea secțiunii microfîrului, **caracterizat prin aceea că** măsurarea secțiunii microfîrului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfîr turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfîr etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfîr măsurat și bobina cu microfîr turnat, această ramură fiind conectată la intrarea neinversoare a amplificatorului operațional, circuitul în serie format din bobina cu microfîr etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfîr măsurat și bobina cu microfîr turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfîr turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfîr etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfîr măsurat; tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formând tensiunea sumară măsurată $U_{\Sigma} = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci cand $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfîr etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

(56) Referințe bibliografice:

1. Космин П. Л., Филиппов Н. Н. Бесконтактные измерения диаметров жил проводов, микропроводов и коаксиальных кабелей. Измерительная техника, 1967, № 9
2. Космин П. Л., Филиппов Н. Н. К вопросу о неконтактном измерении поперечного сечения жилы микропровода в стеклянной изоляции на СВЧ. Сборник микропровод и приборы сопротивления. Кишинев, Картя молдовеняскэ, вып. 5, 1967
3. Андреев В. А., Космин П. Л., Тудоровский. Измерение параметров микропровода на СВЧ. Сборник Микропровод и приборы сопротивления. Кишинев, Картя молдовеняскэ, вып. 8, 1971
4. SU 365738 A 1973.01.08

| | |
|------------------------------|------------------|
| Director Departament: | JOVMIR Tudor |
| Examinator: | SĂU Tatiana |
| Redactor: | UNGUREANU Mihail |

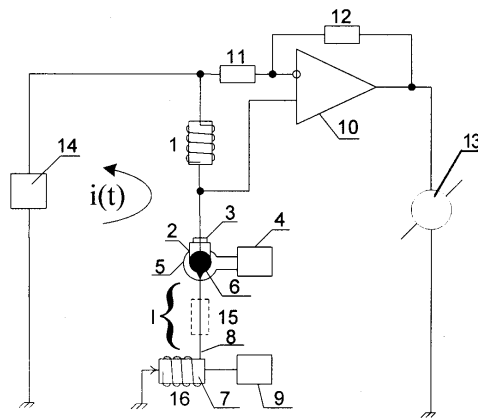


Fig. 1

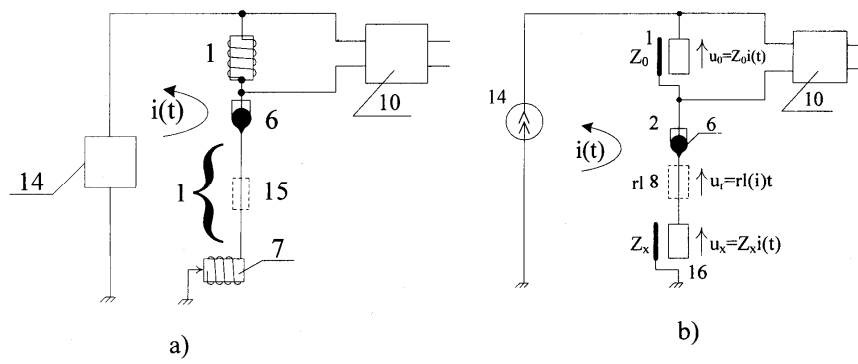


Fig. 2

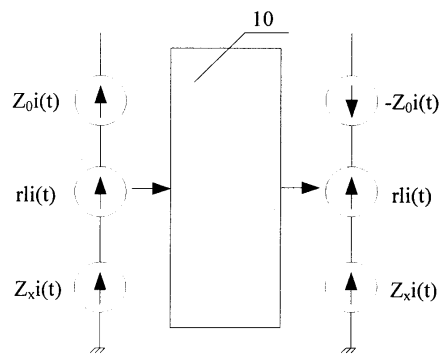


Fig. 3