



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00167**

(22) Data de depozit: **01.10.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.05.2011** BOPI nr. **5/2011**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2010 BOPI nr. **6/2010**

(62) Divizată din cererea:
Nr. **a 2008 00769**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR. 313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **IANCULESCU ADELINA-CARMEN,
STR.ODOBEȘTI NR.5, BL.Z1, SC.1, ET.3,
AP.14, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **MITOȘERIU LILIANA,
STR.OCTAV BĂNCILĂ NR.7, BL.CL12,
SC.B, ET.6, AP.24, IAȘI, IS, RO;**
• **CURECHERIU LAVINIA PETRONELA,
STR.HAN-TĂȚAR NR.2, BL.360, SC.C, ET.5,
AP.14, IAȘI, IS, RO;**
• **TUFESCU FLORIN-MIHAI,
STR. DR.CODRESCU NR. 17, IAȘI, IS, RO;**
• **TUFESCU FLORIN, STR. DR.CODRESCU
NR.17, IAȘI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 105741 B1; RO 84006

(54) **DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA TENSIUNILOR
ELECTRICE ÎNALTE PRIN SEPARARE GALVANICĂ**



RO 125566 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv pentru măsurarea tensiunilor electrice înalte prin
separare galvanică.

3 Sunt cunoscute metode și dispozitive de măsurare a tensiunilor continue înalte, care
folosesc divizoare rezistive de tensiune. Acestea, necesitând rezistoare de valori foarte
5 ridicate, disipă o parte din energia preluată de la sursă și nu realizează o separație galvanică
spre partea de înregistrare. Sunt, de asemenea, cunoscute dispozitive de măsură a tensiunilor
7 industriale înalte, care folosesc divizoare capacitive sau transformatoare de tensiune.
Acestea necesită componente de mari dimensiuni, greu de realizat și utilizat.

9 Problema pe care o rezolvă invenția constă în măsurarea în mod direct atât a
tensiunii continue înalte, cât și a tensiunii industriale înalte.

11 Dispozitivul conform invenției elimină dezavantajele de mai sus prin aceea că este
alcătuit dintr-un condensator cu ceramică tunabilă, de tip BST, un condensator fix, cu rol de
13 separație, și o bobină, care alcătuiesc un circuit serie, la bornele căruia se aplică o tensiune
înaltă de măsurat, și dintr-o altă bobină, izolată galvanic de circuitul serie, dar cuplată
15 magnetic cu prima bobină, alimentată de un oscilator comandat în tensiune, și folosită la son-
darea frecvenței de rezonanță a circuitului serie, frecvență detectată de un bloc și corelată
17 cu o valoare a tensiunii aplicate prin intermediul unui circuit de prelucrare cu microcontroler,
care introduce niște corecții și comandă un afișor, indicând direct tensiunea înaltă măsurată.

19 Dispozitivul propus spre brevetare prezintă avantajele că poate măsura atât tensiuni
continue înalte, cât și tensiuni industriale înalte, în mod direct, nu utilizează divizoare de
21 tensiune, poate fi încapsulat și miniaturizat; bariera de izolație realizată este clar delimitată.
Se pretează a fi folosit la producerea unor sonde de înaltă tensiune, pentru aparatura de
23 măsură și control. Permite utilizarea unor proceduri de corecție prin prelucrare soft, și poate
fi ușor calibrat.

25 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției și în legătură cu figura ce
reprezintă structura dispozitivului de măsură.

27 Este cunoscut faptul că soluțiile solide de tip $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ (BST) ceramice sunt
materiale de bază în circuitele de microunde aplicate la comunicațiile radio. Proprietățile
29 funcționale ale acestora au fost intensiv studiate în corelație cu tehnicile de preparare și
caracteristicile microstructurale și de fază. Există studii complexe, dedicate acestor soluții
31 solide, iar principiile fizice asociate proprietăților funcționale sunt de mare interes și sunt date
de:

- 33 1) permitivitatea ridicată și pierderile dielectrice reduse;
 2) variația puternică a permitivității cu tensiunea aplicată, proprietate numită în lite-
35 ratură „tunabilitate”;
 3) stabilitate termică bună.

37 Aceste proprietăți pot fi mult îmbunătățite încă, printr-o proiectare compozițională
adecvată și prin metode de preparare inovative, care să conducă la caracteristici micro-
39 structurale optime. Permitivitate și tunabilitate ridicate se obțin în faza feroelectrică, fiind
corelate cu caracterul neliniar al feroelectricului. Dezavantajul este că, în faza feroelectrică,
41 sistemul are și un comportament histeretic ce nu este dorit în aplicații. Din acest motiv, se
propune exploatarea fazei paraelectrice, imediat în apropierea tranziției de fază, acolo unde
43 există o permitivitate mare, pierderi mici și tunabilitate semnificativă, și unde există mai multe
contribuții neliniare la polarizația totală.

45 Ținând cont de aceste considerente, sunt propuse soluții solide cu formula chimică
 $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, cu concentrații x în domeniul 0,20...0,40, care au fost preparate prin metoda pre-
47 cursorilor moleculari (metoda Pechini modificată), care, deși folosită în cazul multor sisteme

RO 125566 B1

oxidice, a fost rar utilizată în cazul BST. Prin această metodă de preparare s-au obținut eșantioane cu calități superioare ca puritate, densitate și microstructură, față de cele realizate prin reacție în stare solidă sau prin metode umede.

Datorită metodei de preparare, materialul realizează un optim al proprietăților funcționale necesare.

Astfel, s-a preparat o soluție de titan prin amestecarea isopropoxidului de Ti în etilen glicol, la care s-a adăugat, sub agitare magnetică, acidul citric. Soluția de citrat de bariu și stronțiu a fost obținută separat, prin dizolvarea unor cantități corespunzătoare de BaCO_3 și SrCO_3 în soluție de acid citric. Aceasta din urmă a fost adăugată la soluția de titan deja preparată. Soluția rezultată este menținută sub agitare continuă la 80°C , timp de 2 h, până la formarea unui gel de Ba, Sr, Ti. Raportul molar al precursorilor a fost $\text{BaCO}_3 : \text{SrCO}_3 : \text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4 : \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 : \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = 0,7 : 0,3 : 1 : 2 : 20$. Pentru a obține polimerizarea și a elimina excesul de solvenți, gelul este încălzit la 135°C , timp de 11 h, când se transformă într-o rășină care apoi este măcinată și calcinată succesiv, la 300°C și, respectiv, 400°C , în aer, pentru arderea completă a componentelor organice. Pentru a obține pulberi pure de $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$ în raport stoechiometric, s-a efectuat un tratament termic la 850°C , timp de 2 h. Ceramicile s-au obținut prin presarea pulberilor perovskitice sub formă de pastile, care au fost sinterizate în aer, la 1350°C , timp de 3 h.

Materialele ceramice rezultate au fost caracterizate din punct de vedere microstructural și fazal. Ceramicile obținute după sinterizarea la 1350°C , timp de 2 h, cu compoziția $\text{Ba}_{0,70}\text{Sr}_{0,30}\text{TiO}_3$, prezintă o puritate foarte bună și o simetrie cubică, fiind, prin urmare, paraelectrice la temperatura camerei. Analiza microstructurală a ceramicilor de $\text{Ba}_{0,70}\text{Sr}_{0,30}\text{TiO}_3$ sinterizate la 1350°C , timp de 2 h, arată o bună densificare a probei și o distribuție bimodală a dimensiunii grăunților (granule mari, de $\sim 40\text{-}50\ \mu\text{m}$, alături de granule mai mici, de $\sim 3\text{-}5\ \mu\text{m}$).

Proprietățile funcționale ale acestor ceramici s-au dovedit a fi optime pentru aplicația propusă pentru brevetare. Astfel, variația capacității (respectiv, a permitivității) cu tensiunea continuă aplicată a fost determinată la temperatura camerei, la creșterea și descreșterea câmpului, precum și la câteva temperaturi folosind dispozitivul descris mai jos. La temperatura camerei, se observă o puternică neliniaritate în dependența $C(V)$, ce are tendința de saturare la câmpuri de $\sim 30\ \text{kV/cm}$. Astfel, la temperatura camerei, în absența câmpului electric, capacitatea ceramicii de BST este $C_0 = 940\ \text{pF}$ și scade cu 40% ($C = 590\ \text{pF}$) atunci când câmpul crește la $30\ \text{kV/cm}$, ceea ce reprezintă o caracteristică excelentă de tunabilitate a acestor eșantioane ceramice de BST, preparate prin metoda descrisă anterior. Eșantioanele ceramice au fost supuse la mai multe cicluri de creștere/descreștere a câmpului, pentru a se vedea dacă sistemul ceramic suferă o îmbătrânire a caracteristicilor sale. S-a observat că nu există o depreciere considerabilă a tunabilității după cicluri repetate. Deoarece domeniul de măsură uzual din punct de vedere termic se află în apropierea tranziției de fază, s-a studiat comportamentul tunabilității cu temperatura, pentru a se putea deduce o lege de variație și a se putea compensa efectul termic în aplicații. S-a găsit un domeniu de temperatură în care tunabilitatea relativă variază aproximativ liniar cu temperatura, fapt ce permite utilizarea unui soft care elimină erorile în circuitul de utilizare.

În concluzie, compoziția aleasă $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$, cu $x = 0,30$, preparată prin metoda Pechini modificată, dovedește calități optime pentru utilizarea în aplicații de tunabilitate.

Metoda de măsurare propusă utilizează, pentru determinarea tunabilității la probe ceramice, o serie de precauții speciale, deoarece se lucrează cu tensiuni mari de până la $\sim 30\ \text{kV}$. În mod uzual, ceramica este sub forma unui disc cu fețele plan paralele și diametrul

RO 125566 B1

1 cuprins în intervalul 10...20 mm, având grosimi de 0,5...3 mm. Electrozii sunt realizați din Ag,
3 Au sau Pt, prin pulverizare în vid sau prin depunere sub formă de pastă, și au o grosime de
5 până la 0,1 mm. De electrozi se cositoresc fire subțiri, care permit legătura electrică cu
7 circuitul. Pentru a putea aplica tensiuni înalte între electrozi, fără a apărea descărcări pe
9 contur, proba trebuie imersată într-o cuvă care conține ulei siliconic sau ulei de
11 transformator.

13 Pentru a se realiza măsurătorile, a fost proiectată și construită o celulă de măsură
15 HDVC. Celula este din duraluminiu și are o formă cilindrică, fiind alcătuită dintr-un corp
17 principal și două capace. În partea inferioară are prevăzut un rezistor de putere, pentru
19 încălzire. Există un traductor de temperatură în contact cu corpul principal, care permite
21 monitorizarea și controlul temperaturii probei măsurate, prin intermediul unui circuit electronic
23 comandat de un microcontroler. Proba ceramică este conectată în circuit prin utilizarea unor
25 fire subțiri, din cupru multifilar, cu grosimea de 0,5 mm, care ies în exteriorul celulei prin
27 treceri izolate, din politetrafluoretilenă, și sunt conectate la circuitul extern de polarizare.
29 Proba este scufundată într-un ulei de transformator.

31 Circuitul utilizat pentru măsurarea tunabilității este alcătuit dintr-o sursă de înaltă
33 tensiune, comandată de un generator de funcții. Tensiunea înaltă este aplicată probei
35 printr-un rezistor de protecție capabil să limiteze curentul în cazul străpungerii probei. Pentru
37 a putea efectua măsurători corecte ale capacității probei în prezența zgomotelor interne și
39 externe, se aplică probei un semnal sinusoidal, cu frecvența stabilizată de la un generator
41 de semnal sinusoidal, printr-un condensator de înaltă tensiune, cu rol de separație. Curentul
43 care străbate proba depinde de capacitatea acesteia și provoacă o cădere de tensiune la
45 bornele rezistorului de măsură. Această tensiune este amplificată selectiv, prin trecerea
47 printr-un filtru trece-bandă cu performanțe ridicate, acordat pe frecvența semnalului aplicat
de generator. Se realizează astfel condiții corecte de măsură a capacității la un raport
semnal/zgomot favorabil. Întreaga instalație este comandată cu un calculator PC, generatorul
de funcții având o intrare specială, unde primește o tensiune în domeniul 0...10 V, de la o
placă de achiziție de date DASM, realizând astfel modificarea tensiunii continue aplicate
ceramicii. Înregistrările se fac în regim lent variabil, la frecvențe de ordinul 0,1...1 Hz, pentru
a obține caracteristicile de tunabilitate ale materialelor în curent continuu. Excursia tensiunii
continue aplicate probei se reglează din nivelul tensiunii aplicate amplificatorului de
generator de funcții. Instalația de măsură poate fi perfect calibrată pe capacități etalon,
conectate în locul probei. Prin intermediul măsurătorilor, se obțin caracteristici ca cele
prezentate în studiul materialului.

35 Structura dispozitivului este prezentată în figură. Partea de intrare a dispozitivului
37 este formată dintr-un condensator cu ceramică tunabilă din BST (CT), un condensator fix cu
39 rol de separație C și o bobină L1, care alcătuiesc un circuit serie. Tensiunea înaltă de
41 măsurat se conectează între bornele A și B. Partea de ieșire a dispozitivului este formată din
43 bobina L2 și bornele C și D. Partea de intrare este izolată galvanic de partea de ieșire,
45 printr-o barieră de izolație cu rigiditate dielectrică ridicată, realizată din rășină epoxidică. În
47 funcție de tensiunea măsurată, se realizează bariera de izolație necesară, conform
prescripțiilor din standarde. Bobina L2 este cuplată magnetic cu bobina L1 și este folosită
la sondarea frecvenței de rezonanță a circuitului de intrare, fiind alimentată de oscilatorul
comandat în tensiune OCT; frecvența de rezonanță este detectată de blocul M. Tensiunea
înaltă, aplicată la bornele de intrare A și B, provoacă o scădere a capacității condensatorului
tunabil CT și o modificare a frecvenței de rezonanță a circuitului CTCL1; această frecvență
este determinată și se corelează cu valoarea tensiunii aplicate prin intermediul unui circuit

RO 125566 B1

de prelucrare cu microcontroler **MIC**, care introduce corecțiile necesare, legate de variația permitivității condensatorului cu ceramică tunabilă **CT** cu temperatura, și comandă un afișor **I**, care indică direct tensiunea înaltă măsurată. Circuitul **CTCL1** este astfel realizat, încât are frecvența de rezonanță în domeniul 1...10 MHz și permite realizarea unei cuplări puternice cu bobina **L1**. Pentru a se reduce perturbațiile externe, ansamblul este ecranat într-o carcasă metalică ce se găsește conectată la masă și acoperită cu un strat izolator. Frecvența de lucru a dispozitivului fiind ridicată, se obține o viteză de răspuns care permite și măsurarea tensiunilor alternative din domeniul industrial.

RO 125566 B1

Revendicări

1

3

1. Dispozitiv pentru măsurarea tensiunilor electrice înalte, prin separare galvanică, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un condensator cu ceramică tunabilă, de tip BST (CT), un condensator fix (C), cu rol de separație, și o bobină (L1), care alcătuiesc un circuit serie, la bornele (A și B) căruia se aplică o tensiune înaltă de măsurat, și dintr-o altă bobină (L2), izolată galvanic de circuitul serie, dar cuplată magnetic cu prima bobină (L1), alimentată de un oscilator comandat în tensiune (OCT) și folosită la sondarea frecvenței de rezonanță a circuitului serie, frecvență detectată de un bloc (M) și corelată cu o valoare a tensiunii aplicate, prin intermediul unui circuit de prelucrare cu microcontroler (MIC), care introduce niște corecții și comandă un afișor (I), indicând direct tensiunea înaltă măsurată.

11

13

2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a se reduce perturbațiile externe, ansamblul este ecranat într-o carcasă metalică ce este conectată la masă și acoperită cu un strat izolator.

