



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00861

(22) Data de depozit: 18/11/2013

(41) Data publicării cererii:  
30/12/2015 BOPI nr. 12/2015

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN  
CUZA" DIN IAȘI, BD. CAROL I, NR.11, IAȘI,  
IS, RO

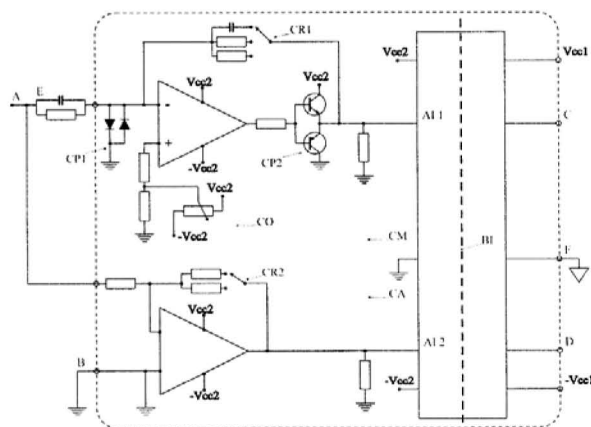
(72) Inventatori:  
• POP MIHAI-VALENTIN,  
STR. SCARLAT VÎRNAV NR. 2, SC. C,  
ET. 4, AP. 19, BOTOȘANI, BT, RO;  
• MITOȘERIU LILIANA,  
STR. OCTAV BĂNCILĂ NR.7, BL. CL 12,  
SC.B, ET.6, AP.24, IAȘI, IS, RO

(54) INTERFAȚĂ DE TENSIUNE ÎNALTĂ PENTRU MĂSURAREA  
PROPRIETĂȚILOR ELECTRICE ALE MATERIALELOR  
DIELECTRICE ȘI FEROELECTRICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv electronic cu ajutorul căruia se pot investiga, în condiții de siguranță, proprietățile dielectrice sub câmp electric intens ale materialelor dielectrice masive. Dispozitivul conform invenției este constituit dintr-un circuit (CM), un circuit (CA) atenuator și un amplificator de izolație cu două canale (AI1 și AI2) identice, dispozitiv cu care se poate alege răspunsul electric monitorizat, fie polarizarea electrică, fie curentul electric, și cu ajutorul căruia se pot efectua experimentele pentru determinarea dependențelor electrice P(E), I(V) sau FORC, curbe de polarizare de prim ordin, caracteristicile materialelor studiate, mai multe blocuri funcționale integrate asigurând o serie de caracteristici noi, precum introducerea unei impedanțe auxiliare practic nule în circuitul de măsurare a eșantionului, translatarea semnalelor electrice de măsurare în semnale electrice proporționale de valori uzuale, volți și miliamperi, toleranță și protejarea echipamentelor de măsurare la fenomenele de străpungere dielectrică, interfața de înaltă tensiune fiind folosită într-un interval de frecvențe cuprins între 0 și 10 kHz, și poate monitoriza tensiuni electrice aplicate de până la 9 kV<sub>p</sub> și curenți electrice de până la 10 mA care trec prin eșantion.

Revendicări: 1  
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## **Interfață de tensiune înaltă pentru măsurarea proprietăților electrice ale materialelor dielectrice și feroelectrice**

Autori: Mihai Pop Valentin, Liliana Mitoșeriu  
Facultatea de Fizica, Univ. „Al. I. Cuza” din Iasi, Bv. Carol I no. 11, Iasi 700506, Romania

### **Descriere:**

Invenția se referă la un dispozitiv electronic cu ajutorul căruia se pot investiga, în condiții de siguranță, proprietățile dielectrice sub câmp electric intens în cazul materialelor dielectrice masive.

Măsurătorile electrice efectuate pe eșantioane dielectrice groase presupun aplicarea unor tensiuni electrice înalte și măsurarea răspunsului electric al eșantioanelor, fie al curentului electric prin eșantion, fie al sarcinii electrice care se dezvoltă pe electrozii eșantionului. Spre exemplu, investigarea unor probe ceramice, care în mod uzual sunt condensatori plan-paraleli în formă de disc, având diametrul cuprins între 10mm și 20mm și grosimea cuprinsă între 0.5 mm și 3 mm, necesită aplicarea unor tensiuni de ordinul kilovolților [1]. De asemenea, obținerea formei răspunsului eșantioanelor în timp este importantă în studierea materialelor dielectrice. Acest tip de investigații presupune riscul ridicat de apariție a fenomenului de străpungere electrică fie a eșantioanelor studiate, fie a mediului înconjurător eșantioanelor studiate. În acest caz, echipamentele de măsură conectate direct la circuitul electric al probei se pot defecta sau chiar distruge [2]. Aceasta înseamnă imposibilitatea utilizării directe a echipamentelor de măsură și analiză complexe, precum osciloscoapele, având tensiuni maxime de intrare de ordinul sutelor de volți, sau sistemele de achiziție de date, având tensiuni de intrare de ordinul volților [3].

Dispozitivul propus pentru brevetare permite utilizarea echipamentelor complexe de măsură și analiză (osciloscoape și sisteme de achiziție de date) prin modificarea mărimilor electrice implicate în procedeele de măsurare a eșantioanelor dielectrice groase în semnale electrice (tensiuni) proporționale, având amplitudi maxime de ordinul volților. Deasemenea, dispozitivul tolerează fenomenul de străpungere dielectrică a eșantioanelor sau a mediului de lucru fără a suferi defecțiuni și protejează echipamentele de măsură și analiză utilizate.

Interfața de tensiune înaltă pentru măsurarea materialelor dielectrice este descrisă conceptual în figura 1. Aceasta este compusă din circuitul de măsurare CM, circuitul atenuator CA și un amplificator de izolație cu 2 canale identice, AI 1 și AI 2.

Circuitul atenuator CA este constituit dintr-un amplificator operational utilizat în

configurație inversoare [4] și asigură translarea semnalului de tensiune înaltă aplicat în punctul A în semnal electric proporțional din punct de vedere al amplitudinii și fazei, având amplitudine maximă de ordinul volților. Circuitul de reacție CR2 al atenuatorului este prevăzut cu posibilitatea selectării mai multor constante de atenuare, prin acționarea unui buton selector care conectează în circuitul de reacție rezistori de valori diferite. Prin utilizarea unui amplificator operațional cu bandă largă de frecvențe de ordinul a sute de kHz, se asigură translarea fidelă a semnalului de tensiune înaltă, care poate să difere de la forma sinusoidală. În această manieră este asigurată monitorizarea continuă a tensiunii electrice aplicate pe eșantionul studiat.

Circuitul de măsură CM este constituit dintr-un amplificator operațional utilizat în configurație inversoare și asigură translarea răspunsului electric al eșantionului studiat în semnal electric proporțional din punct de vedere al amplitudinii și fazei [4], având amplitudine maximă de ordinul volților. Prin schema de conectare prezentată în figura 1, eșantionul E este stimulat de semnalul de tensiune înaltă aplicat între punctele A și B prin intermediul punctului de masă virtual existent la intrarea inversoare (-) a amplificatorului operațional. Tensiunea electrică de offset existentă în punctul de masă virtual se poate înlătura prin acționarea potențiometrului rezistiv din circuitul de corectare al offset-ului, CO, conectat la intrarea neinversoare (+) al amplificatorului operațional.

Prin intermediul punctului de masă virtual, circuitul de măsurare CM înlătură nevoia de a introduce, în circuitul de stimulare al eșantionului, un element de circuit suplimentar, pentru măsurarea răspunsului electric. Răspunsul electric al eșantionului este proporționat la ieșirea circuitului de măsurare prin intermediul circuitului de reacție CR1. Acesta este prevăzut cu un buton selector care, prin acționarea sa, face posibilă conectarea în circuitul de reacție negativă al amplificatorului operațional a unor rezistori de valori diferite sau condensatori de valori diferite. Prin conectarea unui rezistor în circuitul de reacție negativă, circuitul de măsurare îndeplinește funcția de convertor I – V (Curent – Tensiune), semnalul electric prezent la ieșirea circuitului de măsurare fiind proporțional cu valoarea intensității curentului electric ce trece prin eșantionul studiat. În schimb, dacă se conectează un condensator în circuitul de reacție negativă, atunci circuitul de măsurare îndeplinește funcția de circuit electric integrator [4], semnalul electric prezent la ieșirea circuitului de măsurare fiind proporțional cu variația în timp a sarcinii electrice dezvoltate pe electrozii eșantionului studiat.

Deoarece fenomenele de străpungere dielectrică sunt comune în măsurătorile de tensiune înaltă, circuitul de măsurare este prevăzut cu mijloace de combatere a efectelor

acestor fenomene. Străpungerea dielectrică determină apariția în circuitul electric de măsurare a unor pulsuri de tensiune și curent electric de amplitudine ridicată care tinde către amplitudinea semnalului electric aplicat în punctul A în momentul străpunerii. Aceste pulsuri electrice depășesc domeniul de utilizare al amplificatorului operațional din circuitul de măsurare și determină distrugerea acestuia din urmă. Astfel, circuitele de protecție CP1 și CP2 sunt introduse în circuitul de măsurare pentru a conduce aceste pulsuri direct către punctul de masă. Circuitul de protecție CP1 protejează intrarea inversoare a amplificatorului operațional de pulsuri de supratensiune, fie pozitive, fie negative, prin „scurgerea” curentului electric, generat de fenomenul de străpungere dielectrică, direct către punctul de masă, din momentul intrării diodelor în regim de conducție electrică. În regim normal de funcționare al circuitului de măsurare CM, tensiunea electrică de pe diode tinde spre 0, ceea ce înseamnă că influența diodelor asupra procesului de măsurare este neglijabilă [4]. Circuitul de protecție CP2 protejează ieșirea amplificatorului operațional de pulsuri de supracurent, fie pozitive, fie negative, care sunt conduse de bucla de reacție negativă în momentul străpunerii dielectrice. Aceste pulsuri sunt conduse mai departe de către CP2 către punctul de masă, indirect, prin intermediul impedanței electrice mici a sursei de alimentare, fie pe ramura pozitivă  $V_{cc}$ , fie pe ramura negativă  $-V_{cc}$ . Circuitele de protecție sunt dimensionate astfel încât să reziste amplitudinilor de supratensiune și supracurent ale pulsurilor electrice generate de străpungerile dielectrice, ceea ce conferă circuitului de măsurare CM imunitate la aceste fenomene.

Pentru protecția echipamentelor de măsură și analiză, semnalele electrice provenite de CA și de la CM sunt separate galvanic de circuitele de tensiune înaltă de la care provin cu ajutorul unor amplificatoare de izolație identice cu amplificare unitară. Blocul de separare galvanică conține și un convertor DC-DC care asigură alimentarea cu energie electrică a circuitelor CA și CM. Prin dimensionarea barierei de izolație BI a convertorului DC-DC și a amplificatoarelor de izolație, astfel încât aceasta să reziste amplitudinilor maxime ale semnalelor aplicate în punctul A, se asigură protejarea echipamentelor de măsură de efectele fenomenelor de străpungere dielectrică și de eventuale conectări greșite a interfeței de tensiune înaltă în circuitul instalației experimentale. Semnalele electrice proporționale cu tensiunea înaltă aplicată în punctul A și cu răspunsul electric al eșantionului studiat sunt prezente în punctele D și respectiv C ale interfeței de tensiune înaltă. Amplificatoarele de izolație identice și de amplificare unitară asigură proporționalitatea semnalelor izolate galvanic atât din punct de vedere al amplitudinilor cât și din punct de vedere al fazelor. Deasemenea, asigură și neintroducerea vreunui defazaj suplimentar între semnalele D și C pe

întreg domeniu de frecvențe al amplificatoarelor de izolație.

În sistemul propus au fost implementate o serie de experimente care permit caracterizarea comportării dielectricilor și feroelectricilor la tensiuni mari (până la zeci de kV): dependențe  $P(E)$ ,  $I(V)$ , comutări parțiale și FORC (First order reversal curves) [5,6]. Interfața asigură achiziția automată a unui număr mare de curbe FORC (cca. 50-100) astfel încât permite determinarea numerică cu precizie a distribuțiilor FORC ce caracterizează un material feroelectric.

### Bibliografie

- [1]. G. Catalan, *Measuring multiferroics*, Center for Ferroics Univ. Cambridge, ESMF 2008
- [2]. M. Stewart, M. G. Cain, *Ferroelectric Hysteresis Measurement & Analysis*, National Physical Laboratory D. A. Hall, University of Manchester, May 1999
- [3]. J. T. Evans, *Characterizing Ferroelectric Materials*, Radiant Technol. Inc., March 7, 2011
- [4]. F. M. Tufescu, *Dispozitive și circuite electronice I și II*, Ed. Universității „Al. I. Cuza” Iași, 2002 și 2005
- [5]. A. Stancu, L. Mitoseriu, L. Stoleriu, D. Piazza, C. Galassi, D. Ricinschi, M. Okuyama, *Investigation of the switching characteristics in ferroelectrics by first-order reversal curve diagrams*, Physica B 372, 226-229 (2006)
- [6]. D. Piazza, L. Stoleriu, L. Mitoseriu, A. Stancu, C. Galassi, *Characterisation of porous PZT ceramics by First Order Reversal Curves (FORC) diagrams*, J. Eur. Ceram. Soc. 26, 2959–2962 (2006)

## **Interfață de tensiune înaltă pentru măsurarea proprietăților electrice ale materialelor dielectrice și feroelectrice**

Autori: Mihai Pop Valentin și Liliana Mitoșeriu

Facultatea de Fizica, Univ. „Al. I. Cuza” din Iasi, Bv. Carol I no. 11, Iasi 700506, Romania

### **Revendicări:**

1. Dispozitiv electronic pentru măsurarea proprietăților dielectrice și feroelectrice sub câmp intens pentru materiale sub formă de eșantioane groase, caracterizat prin următoarele:

a) monitorizarea continuă și simultană atât a tensiunii înalte aplicate pe eșantion cât și a răspunsului electric al eșantionului analizat, prin intermediul unui circuit atenuator și al unui circuit de măsurare.

b) posibilitatea de alegere a răspunsului electric monitorizat între intensitatea curentului electric prin eșantion și sarcina electrică dezvoltată pe electrozii eșantionului studiat, prin selectarea modului de funcționare al circuitului de măsurare între circuit electric convertor I – V și respectiv circuit electric integrator.

c) circuit de măsurare prevăzut cu posibilitate de compensare a offset-ului, indispensabilă în configurația de circuit integrator, când bucla de reacție negativă prezintă o impedanță foarte mare, ceea ce afectează stabilitatea circuitului de măsurare.

d) posibilitatea de alegere a constantei de atenuare a circuitului atenuator care monitorizează semnalul de tensiune înaltă aplicat pe eșantion.

e) toleranță la efectele fenomenelor de străpungere dielectrică, prin introducerea în circuitul de măsurare a unor circuite de protecție de impedanță electrică mică care asigură „scurgerea” către punctul de masă a pulsurilor electrice de supratensiune și supracurent ce însoțesc fenomenele de străpungere dielectrică.

f) separare galvanică a semnalelor electrice provenite de la circuitul atenuator și cel de măsurare. Amplificatoarele de izolație sunt caracterizate printr-o bandă de frecvențe de minim 0Hz – 10 kHz, prin utilizarea de amplificatoare operaționale și optocuploare liniare, cu bandă largă de frecvențe. Astfel se asigură integritatea semnalelor electrice din punct de vedere al amplitudinilor și fazelor acestora.

h) amplificatoare de izolație și convertor DC – DC cu barieră de izolație rezistentă la diferențe de potențial mai mari de 5 kV.

i) monitorizarea tensiunilor electrice aplicate de până la 9 kV<sub>p</sub> și a curenților electrici ce trec prin eșantion de până la ~ 10mA

j) implementarea de experimente specifice pentru caracterizarea comportării dielectricilor și feroelectricilor la tensiuni mari (pana la zeci de kV): dependențe P(E), I(V), comutări parțiale și FORC (First order reversal curves).

Figura 1. Schema bloc a interfeței de tensiune înaltă pentru măsurarea proprietăților electrice ale materialelor dielectrice și conectarea eșantionului de studiat