

TEZE DE DOCTORAT ÎN DOMENIUL METROLOGIEI SUSȚINUTE ÎN ANUL 2006

• CONTRIBUȚII LA CARACTERIZAREA METROLOGICĂ A ETALOANELOR PRIMARE ȘI SECUNDARE DE UMIDITATE A MATERIALELOR SOLIDE

*Doctorand: chim. George-Victor IONESCU - CP III, Institutul National de Metrologie
Conducător științific: Prof. univ. dr. Ion M. POPESCU, Universitatea "Politehnica"
din București, Facultatea de Științe Aplicate*

Domenii din ce în ce mai largi ale activității de cercetare și industriale impun măsurarea cât mai exactă a compoziției și concentrației substanțelor și materialelor. Măsurarea acestora a constituit mult timp preocuparea laboratoarelor de cercetare sau a laboratoarelor industriale.

Transformări rapide și profunde în știința și tehnica măsurărilor, legate de introducerea și extinderea unor noi principii de măsurare, dar mai ales de generalizarea tehnicii electronice și de calcul, au permis dezvoltarea unor sisteme de măsurare, supraveghere și reglare automată a compoziției și concentrației substanțelor și materialelor, a așa numitelor *mărimi fizico-chimice*.

Una din aceste mărimi fizico-chimice o constituie *umiditatea materialelor*.

Măsurarea umidității materialelor are un rol hotărâtor în unele tehnologii cum ar fi prepararea betoanelor și a amestecurilor de formare în turnătorii, prepararea minereurilor în industria metalurgică, conducerea procesului de uscarea a lemnului sau a produselor din lemn, a fibrelor textile, în industria alimentară, în sectorul agrosilvic (cunoașterea umidității solului în vederea irigațiilor raționale, umiditatea cerealelor pentru alegerea momentului de recoltare sau depozitare, umiditatea plantelor industriale etc), în activitatea de comerț (import, export), în biologie și medicină (germinație, fermentație, diagnoză, tratament).

De asemenea, analiza condițiilor de viață determinate de umiditatea atmosferei, solului, rezervele de apă, sau existența apei pe suprafața sau în atmosfera altor planete sunt tot atâtea domenii în care cunoașterea și măsurarea umidității se cere cu rigurozitate.

Teza de doctorat tratează, pentru prima dată în România, o problemă de actualitate internațională incontestabilă în metrologia umidității materialelor solide.

Lucrarea prezintă o deosebită importanță în asigurarea punerii în practică a definiției și diseminării unității SI de umiditate a materialelor solide de la etalonul secundar al BRML-INM realizat cu contribuția autorului până la etaloanele de lucru din România ale acestei unități de măsură.

Teza este structurată în 3 capitole la care se adaugă „Concluzii și contribuții originale” precum și o bibliografie constând din 42 titluri, între care 8 sunt lucrări elaborate de autor, 2 dintre acestea fiind publicate în Buletinul OIML, nr. 2/2004 și nr. 4/2005.

În capitolul 1: „Metode și mijloace de măsurare a umidității materialelor solide”, sunt prezentate tipuri de legături ale apei existente în materialele solide, metodele de măsurare a umidității, erori și incertitudini de măsurare a umidității materialelor solide.

În capitolul al doilea: „Punerea în practică a definiției unității de umiditate a materialelor solide” sunt relevate aspecte fundamentale ale acestei probleme, sunt analizate cauzele care influențează rezultatele măsurării și, implicit, credibilitatea acestora și se face evaluarea efectelor pe care le generează. Cele 13 reprezentări grafice care însoțesc experimentele efectuate sunt de importanță deosebită în activitatea de diseminare a unității de măsură a umidității materialelor solide.

În cel de-al treilea capitol: „Evaluarea incertitudinii de măsurare a umidității și de atribuire a valorilor etaloanelor de umiditate a materialelor solide” se face evaluarea incertitudinii de măsurare a umidității materialelor solide cu etalonul secundar al BRML-INM și se prezintă un program de calcul elaborat în acest scop.

Contribuțiile originale la această Teză de Doctorat au constat în:

- Analizarea cauzelor care influențează semnificativ incertitudinea de măsurare a umidității cerealelor
- Determinarea factorilor principali de corecție care influențează semnificativ incertitudinea de măsurare a umidității materialelor solide, studiu efectuat pentru prima dată în cercetările noastre de laborator și ale cărui rezultate ne-au condus la o nouă ecuație de măsurare:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot \prod_{i=1}^5 f_i$$

unde

- f_1 factor de corecție datorat influenței duratei de cântărire a probelor de materiale solide;
- f_2 factor de corecție datorat influenței masei probelor inițiale în funcție de conținutul de umiditate;
- f_3 factor de corecție datorat influenței granulației probelor după măcinare;
- f_4 factor de corecție datorat influenței temperaturii de uscare a probelor de materiale solide;
- f_5 factor de corecție datorat influenței duratei de uscare a probelor de materiale solide.

- Elaborarea unui program de calcul al incertitudinii de măsurare a umidității materialelor solide care permite calcularea rapidă a valorii incertitudinii de măsurare standard compuse.

- Aplicarea, pentru prima dată în Institutul Național de Metrologie, a rezultatelor cercetării științifice desfășurate în cadrul lucrărilor la Teză, atât în activitatea curentă de diseminare a unității de măsură a umidității materialelor solide în România, de către laboratorul Materiale de referință cât și în acțiunile de colaborare cu laboratoare de metrologie științifică din alte țări care au preocupări în acest domeniu și au obținut rezultate devenite de referință.

Concluziile noastre la Teză au trezit interes specialiștilor din institute de cercetare din alte țări specializate pe problema umidimetriei cerealelor.

Data susținerii: 27 martie 2006

• METODE DE EVALUARE A INCERTITUDINII DE ETALONARE ÎN TRANSMITEREA UNITĂȚII DE MĂSURĂ A TENSIUNII ELECTRICE

*Doctorand: ing.Livia DRAGOMIR – cp III, Institutul Național de Metrologie
Conducător științific: Prof.dr.Brândușa PANTELIMON Universitatea
“Politehnica” din București, Facultatea de Inginerie Electrică*

Teza de doctorat contribuie la implementarea, în procesele de etalonare a mijloacelor de măsurare a tensiunii electrice continue, a procedurilor de estimare a incertitudinii de măsurare. Lucrarea evidențiază cei mai importanți factori de incertitudini care pot influența procesele de etalonare ale aparatelor electrice de tensiune continuă.

În procesul de integrare a României în Uniunea Europeană, unul din capitolele de negociere este cel al circulației libere a produselor și serviciilor, unde metrologia are un rol bine definit și foarte important. Rolul metrologiei este acela de a demonstra trasabilitatea rezultatelor măsurărilor la Sistemul Internațional de Unități (SI). Acest lucru se poate realiza prin participarea la comparații internaționale sau la teste de demonstrare a capabilității de măsurare.

Odată cu evoluția tehnicii, importanța măsurării tensiunii electrice și a curentului electric crește, deoarece majoritatea măsurărilor mecanice tind să traducă semnalul mecanic în semnal electric, care trebuie măsurat foarte exact. Măsurările intervin în activitatea științifică, tehnică, economică și socială, constituind un domeniu important al tehnicii informației, prin furnizarea unor date, determinate calitativ și cantitativ, în vederea prelucrării sau folosirii lor în procesele de reglare automată, control și automatizare .

Amperul (unitate de măsură fundamentală) este foarte dificil de realizat, incertitudinea pentru obținerea sa este de aproximativ 15×10^{-6} și, de asemenea, este foarte dificilă menținerea acestui curent pentru mai mult de câteva minute. Din acest motiv nu există etaloane foarte exacte pentru amper, dar el este obținut din raportul dintre volt și ohm, în acord cu legea lui Ohm.

Unitatea de măsură volt poate fi reprodusă de etalonul primar (instalația cu efect Josephson) cu o incertitudine de ordinul 1×10^{-8} .

În capitolul 1 al tezei de doctorat se face o introducere în domeniul metrologiei, cu accent pe rolul și importanța acesteia într-o societate modernă. Sunt date definițiile unității de măsură volt, a unității de măsură amper și a trasabilității la SI. Este specificat etalonul primar pentru tensiune electrică în curent continuu - instalația cu efect Josephson.

În capitolul 2 se face o prezentare generală a procesului de măsurare, a metodelor de măsurare și a mijloacelor de măsurare a tensiunii continue.

În capitolul 3 este prezentată o clasificare a erorilor de măsurare și o analiză a acestora, precum și o scurtă introducere în domeniul evaluării incertitudinii de măsurare. Sunt enumerate etapele obligatorii de străbătut în cadrul procedurii de evaluare și exprimare a incertitudinii de măsurare.

În capitolul 4 este prezentat modul în care este asigurată trasabilitatea la SI a rezultatelor măsurărilor în tensiune continuă. Este dat modelul matematic care stă la baza calculului valorii elementelor Weston din grupul național al României deținut de BRML-INM cât și al evaluării incertitudinii de măsurare. Studiul comportării în timp a valorii elementelor normale și a etaloanelor electronice este prezentat atât sub formă tabelară cât și grafică. S-a realizat un studiu privind verificarea corectitudinii rezultatelor măsurărilor pentru elementele Weston la trecerea de la temperatura de referință de 20 °C la 23 °C. Sunt caracterizate metrologic etaloanele electronice care vor intra în componența noului grup etalon național de tensiune electrică în curent continuu.

Capitolul 5 face o trecere în revistă a surselor etalon de tensiune continuă: instalația cu efect Josephson, elementele Weston, etaloanele electronice cu diodă Zener, calibratoarele de tensiune continuă.

Capitolul 6 prezintă calculul valorii convenționale adevărate și estimarea incertitudinii de măsurare pentru mai multe aparate din domeniul tensiunii continue: etaloane electronice cu diodă Zener, voltmetre digitale, calibratoare de tensiune continuă, voltmetre analogice.

Capitolul 7 prezintă modalitățile de verificare a corectitudinii rezultatului măsurării, sunt enumerați factorii care pot influența calitatea procesului de măsurare, sunt date modalitățile de verificare a corectitudinii rezultatului unei măsurări. S-a realizat un studiu de caz la specificarea conformității metrologice.

Este detaliată procedura de calibrare software pentru calibratorul cu funcții multiple Fluke 5720A și sunt studiate variațiile tensiunilor nominale de 1 V și 10 V pentru o perioadă scurtă de timp.

În capitolul 8 sunt prezentate două comparații internaționale, pentru tensiunile nominale de 1,018 V și de 10 V, la care a participat, cu rezultate foarte bune, laboratorul de mărimi electrice din INM cât și două comparații la nivel național.

Capitolul 9 conține concluziile și contribuțiile originale ale autorului după cum urmează:

- elaborarea relației de calcul a incertitudinii de măsurare și a bugetului de incertitudini la etalonul național de tensiune electrică în curent continuu,
- verificarea corectitudinii rezultatelor măsurărilor pentru elementele Weston, la trecerea de la temperatura de referință de 20 °C la 23 °C,

- studiul comportării în timp a etaloanelor Fluke 732 B care vor intra în componența noului etalon național,
- elaborarea relației de calcul a incertitudinii de măsurare și a bugetului de incertitudini la etalonarea etaloanelor electronice cu diodă Zener,
- modificarea componenței etalonului național prin înlocuirea grupului de elemente Weston cu un grup de etaloane electronice Fluke 732 B,
- elaborarea formulei de calcul a incertitudinii de măsurare și a bugetului de incertitudini la etalonarea multimetrelor digitale, calibratoarelor de tensiune continuă, voltmetrelor analogice,
- elaborarea de proceduri specifice pentru etalonarea: etaloanelor electronice cu diodă Zener, multimetrelor digitale, voltmetrelor analogice, calibratoarelor de tensiune,
- realizarea procesului de “artifact calibration” pentru calibratorul cu funcții multiple Fluke 5720 A,
- stabilirea criteriilor pentru specificarea conformității metrologice,
- participarea, împreună cu alte 12 laboratoare naționale de metrologie din Europa, la compararea nr. 594, pentru tensinile electrice nominale de 1,018 V și 10 V,
- participarea, împreună cu alte 2 laboratoare naționale de metrologie, la compararea EUROMET nr.846 pentru tensinile electrice nominale de 1,018 V și 10 V,
- participarea, pentru prima dată în țară, ca laborator pilot la comparări interlaboratoare în domeniul tensiunii electrice continue la care au participat 6 laboratoare de metrologie din structura BRML,
- participarea ca laborator pilot la comparări interlaboratoare în domeniul tensiunii electrice continue la care au participat 7 laboratoare particulare de metrologie,
- declararea la BIPM a 14 CMC-uri în domeniul tensiunii electrice continue, susținute de comparările internaționale la care am participat, de procedurile de calculul valorii convențional adevărate și estimarea incertitudinii de măsurare și de acreditarea laboratorului de către un organism internațional de acreditare DKD (din Germania).

Data susținerii: 12 aprilie 2006